DOCUMENT RESUME

ED 412 726 FL 024 746

AUTHOR	Grosjean, Francois, Ed.
TITLE	Travaux du laboratoire de traitement du langage et de la parole (Laboratory Work in the Treatment of Language and Linguistics).
INSTITUTION	Neuchatel Univ. (Switzerland). Inst. de Linguistique.
PUB DATE	1994-09-00
NOTE	271p.
PUB TYPE	Collected Works - Serials (022) -- Multilingual/Bilingual Materials (171)
LANGUAGE	French, English
JOURNAL CIT	Travaux Neuchatelois de Linguistique (TRANEL); n21 Sep 1994
EDRS PRICE	MF01/PC11 Plus Postage.
DESCRIPTORS	*Articulation (Speech); Bilingualism; Child Language; Children; Code Switching (Language); Computer Oriented Programs; *Computer Software; Computer Software Evaluation; Error Correction; Foreign Countries; French; Hearing Impairments; *Language Patterns; Language Research; Language Role; *Linguistic Theory; Neurolinguistics; Neurological Impairments; *Psycholinguistics; Second Languages; Speech Impairments; Speech Therapy; Suprasegmentals; Vocabulary
IDENTIFIERS	Grammar Checkers; Style Checkers

ABSTRACT

Research papers on language and linguistics include: "Enchainement des mots et acces au lexique en francais" ("Word Order and Lexical Access in French") (Besson); "L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives" ("The Contribution of Coarticulation to the Perception of Occlusive and Constrictive Consonants") (Gigandet); "Continuum acoustique 'camp-gant' obtenu par hybridation: fiche descriptive" ("Acoustic Continuum of 'Camp-Gant' Obtained by Hybridation: Descriptive Note") (Grosjean and Dommergues); "Traitement du langage chez le bilingue: la comprehension des interferences" ("Treatment of Language in the Bilingual: Comprehension of Interferences") (Guillelmon); "L'influence de la langue de base dans la perception des alternances codiques: le cas de la consonne initiale du mot" ("The Influence of the Base Language in the Perception of Code Alternations: The Case of the Word-Initial Consonant") (Handschin); "L'acces au lexique de code-switchs chez le bilingue: effets de la densite et du contexte" ("Lexical Access for Code-Switching in Bilinguals: Effects of Density and Context") (Leuenberger); "Caracterisation des structures de performance en francais" ("Characterization of Performance Structures in French") (Monnin); "Le traitement de la liaison chez l'enfant: etudes experimentales" ("Treatment of Liaison in the Child: Experimental Studies") (Morel) ; "Choix de langue et alternance codique chez le bilingue en situations de communication diverses: etude experimentale" ("Language Choice and Code Switching in the Bilingual in Diverse Communication Situations: Experimental Study") (Weil); "La methode verbo-tonale applique a un groupe d'enfants sourds" ("The Verbo-Tonal Method Applied to a Group of Deaf Children") (Dubray and Kramer); "Prediction et perception de la prosodie chez es sujets cerebro-leses" ("Prediction and Perception of Prosody in Brain-Damaged Subjects") (Hirt); "Perception categorielle et sujets cerebro-leses: donnees preliminaires" ("Category Perception and Brain-Damaged Subjects: Preliminary Data") (Klose); "Perception Categorielle et troubles du

+++++ ED412726 Has Multi-page SFR---Level=1 +++++
langage ecrit" ("Category Perception and Troubles with Written Language") (Lambert-Dutoit); "Speech Viewer I: comment on s'en sert et comment s'en servir" ("Speech Viewer I: How To Use It") (Muller and Prelaz); "Automatic Correction of French Prose Written by English Native Speakers: An LFG Approach" (Cornu); "Evaluating Second Language Grammar Checkers" (Tschichold); "Les erreurs d'utilisation des temps anglais par les francophones: ebauche d'un verificateur Prolog" ("English Tense Usage Errors by Francohones: Notes on a Prolog Grammar Checker") (Tschumi); "The ARCTA Prototype: An English Writing Tool and Grammar Checker for French-Speakers" (Tschumi; and others); "Selecting English Errors Made by French-Speakers for Automatic Correction" (Tschumi and Tschichold); "Using Automata To Detect and Correct Errors in the Written English of French-Speakers" (Kubler and Cornu); and "DELENE: un desambiguisateur lexical neuronal pour textes en langue seconde" ("DELENE: A Lexical Disambiguator for Second Language Texts") (Bodmer). Individual papers contain references. (MSE)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

TRANEL 21

ED 412 726

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION
CENTER (ERIC)
☑ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.
☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

septembre 1994

Travaux du laboratoire de traitement du langage et de la parole

PERMISSION TO REPRODUCE AND
DISSEMINATE THIS MATERIAL
HAS BEEN GRANTED BY
Ry Esther

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES
INFORMATION CENTER (ERIC)

Institut de Linguistique
Université de Neuchâtel – Suisse

FL024746

BEST COPY AVAILABLE

Rédaction : Institut de linguistique, Université de Neuchâtel,
CH-2000 Neuchâtel

© Institut de linguistique de l'Université de Neuchâtel, 1994
Tous droits réservés

Table des matières

François Grosjean
Présentation 7

I. Psycholinguistique

Carole Besson
Enchaînement des mots et accès au lexique en français 11

Murielle Gigandet
L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives 21

François Grosjean & Jean-Yves Dommergues
Continuum acoustique "camp-gant" obtenu par hybridation : fiche descriptive 35

Delphine Guillelmon
Traitement du langage chez le bilingue : la compréhension des interférences 39

Kathrin Handschin
L'influence de la langue de base dans la perception des alternances codiques : le cas de la consonne initiale du mot 51

Markus Leuenberger
L'accès au lexique de code-switchs chez le bilingue : effets de la densité et du contexte 61

Pascal Monnin
Caractérisation des structures de performance en français 73

Eliane Morel
Le traitement de la liaison chez l'enfant : études expérimentales 85

Sonia Weil
Choix de langue et alternance codique chez le bilingue en situations de communication diverses : étude expérimentale 97

II. Orthophonie

Dominique Dubray & Véronique Kramer
La méthode verbo-tonale appliquée à un groupe d'enfants sourds 113

Cendrine Hirt
Prédiction et perception de la prosodie chez des sujets cérébro-lésés 129

Karin Klose
Perception catégorielle et sujets cérébro-lésés : données préliminaires 143

Florence Lambert-Dutoit
Perception catégorielle et troubles du langage écrit 155

Adrienne Müller & Anne-Claude Prélaz
Speech Viewer I : comment on s'en sert et comment s'en servir 165

III. Traitement automatique du langage

Etienne Cornu
Automatic correction of French prose written by English native speakers: An LFG approach 181

Cornelia Tschichold
Evaluating second language grammar checkers 195

Corinne Tschumi
Les erreurs d'utilisation des temps anglais par les francophones : ébauche d'un vérificateur Prolog 205

Corinne Tschumi, Franck Bodmer, Etienne Cornu, François Grosjean, Lysiane Grosjean, Natalie Kübler & Cornelia Tschichold
The ARCTA Prototype: An English writing tool and grammar checker for French-speakers 223

Corinne Tschumi & Cornelia Tschichold
Selecting English errors made by French-speakers for automatic correction 229

Natalie Kübler & Etienne Cornu
Using automata to detect and correct errors in the written English of French-speakers 235

Franck Bodmer
DELENE : un désambiguïsateur lexical neuronal pour textes en langue seconde 247

IV. Résumés des autres publications du laboratoire 265

V. Mémoires et thèses 275

VI. Mandats de recherche 279

Présentation

Le laboratoire de traitement du langage et de la parole de l'université de Neuchâtel a été fondé en 1987. Ses activités portent d'une part sur la psycholinguistique expérimentale, à savoir la perception, la compréhension et la production du langage chez l'être humain, et d'autre part sur le traitement automatique (linguistique informatique), soit la synthèse et la reconnaissance de la parole ainsi que l'analyse automatique du langage écrit. Le laboratoire est à la fois un centre de recherche (recherche fondamentale et appliquée) et un lieu d'enseignement. En effet, les étudiants de linguistique, d'orthophonie et des sciences du langage de l'université y sont accueillis lors des cours et séminaires ainsi que pour y préparer mémoires et thèses.

Après sept ans d'activité soutenue, nous avons proposé au comité de rédaction des TRANEL de consacrer le numéro 21 de la revue aux travaux du laboratoire, ce qui a été accepté. Certaines recherches ont déjà fait l'objet de publications (voir la section IV) mais de nombreuses autres méritent d'être diffusées plus largement sous forme d'articles. Le numéro contient donc vingt et une présentations rédigées en français et parfois en anglais par les collaborateurs du laboratoire ainsi que par certains étudiants qui y ont préparé leur mémoire. Neuf articles portent sur la psycholinguistique, cinq sur l'orthophonie et sept sur le traitement automatique du langage. A la suite de ces présentations, qui remplissent la quasi-totalité du numéro, nous avons ajouté les résumés des articles qui ont déjà été publiés ou qui vont paraître avant la fin de l'année. En fin de volume, se trouve également la liste des mémoires et thèses préparés, en partie ou en totalité, dans le cadre du laboratoire ainsi qu'une brève description des mandats de recherche menés à bien jusqu'à ce jour.

Les activités de recherche du laboratoire n'auraient pas pu avoir lieu sans le soutien de nos collègues (de linguistique, des sciences du langage, de la faculté en général), ni sans les encouragements des autorités universitaires (décanat, rectorat, département de l'instruction publique) et de diverses personnalités de la Cité. Qu'ils reçoivent ici l'expression de notre reconnaissance. De plus, ces travaux ont bénéficié de subsides d'un certain nombre d'organismes que nous tenons à remercier : la CERS (subside no. 2054.2), le FNRS (12-33582.92, 32-37276.93), le National Science Foundation, Etats-Unis (BNS-8404565) et l'Agence de coopération culturelle et scientifique, France (422-99-05).

La préparation de ce numéro a requis un travail considérable de correction et d'édition que Mme Jacqueline Gremaud-Brandhorst et Mme Corinne Tschumi ont accompli avec sérieux, patience et amabilité. Qu'elles acceptent l'expression de notre reconnaissance la plus sincère. Nous aimerions également remercier Mme Esther Py et Mme Madeleine de Seidlitz qui nous ont aidés lors des diverses étapes de ce travail.

Nous terminons en offrant ce numéro à tous ceux et celles qui ont participé aux activités du laboratoire depuis sa création, qui y ont parfois découvert un nouveau champ d'étude ou une nouvelle démarche, qui ont persisté malgré divers obstacles scientifiques et techniques et qui nous ont fait confiance tout au long de leur séjour parmi nous.

François Grosjean

Travaux de psycholinguistique

Enchaînement des mots et accès au lexique en français ◊

Carole Besson

Résumé

L'enchaînement, et plus particulièrement la liaison, représente un phénomène fréquent en français oral et peut mener certaines fois à des ambiguïtés lexicales. Les modèles d'accès au lexique actuels sont basés sur l'anglais et ne cherchent donc pas à rendre compte de tels phénomènes. L'étude exploratoire que nous avons entreprise avait pour objectif de déterminer le "taux d'ambiguïté" de suites de mots enchaînés avec liaison (ex. "petit ami" qui peut être interprété comme "petit tamis") et sans liaison (ex. "chaque ours" qui peut être interprété comme "chaque course"). Les résultats obtenus confirment que l'enchaînement, et en particulier la liaison, peut créer une réelle ambiguïté pendant la perception de la parole.

1. Introduction

La parole continue est affectée par des phénomènes d'enchaînement qui se traduisent par des processus de sandhi externe ou ajustements phonologiques entre les mots de la chaîne parlée. Les syllabes ouvertes prédominent en français et les frontières syllabiques ont presque toujours la priorité sur les frontières lexicales (ex. "cette arme" : /sɛ-tarm/ et non /sɛt-arm/). L'enchaînement, qui est l'un de ces processus phonologiques, comprend à la fois l'enchaînement avec liaison et l'enchaînement sans liaison. Ces deux types d'enchaînement consistent à lier une consonne en finale de mot avec la voyelle ou la consonne du début du mot suivant. La différence entre les deux types d'enchaînement est la suivante : dans le cas de l'enchaînement sans liaison, la consonne en finale de mot est toujours prononcée, même devant une autre consonne ou en isolation, alors que dans le cas de l'enchaînement avec liaison, la consonne en finale de mot n'est prononcée que devant une voyelle ou un h "muet".

A notre connaissance, seules deux études ont examiné l'effet de l'enchaînement sur la reconnaissance des mots. Toutes deux ont été

◊ Cette étude a pu être entreprise et menée à bien grâce à un subside du FNRS (12-33582.92).

menées afin de rendre compte de la difficulté que les apprenants rencontrent face à l'apprentissage du français. Matter (1986) a tenté de répondre à la question suivante : est-ce que des phénomènes de sandhi comme la liaison, l'enchaînement et l'élision retardent la reconnaissance de la parole en français à la fois chez les natifs et les non-natifs ? Plusieurs expériences ont été conduites sur l'enchaînement et la liaison à l'aide d'une tâche de détection de phonèmes. Les résultats significatifs obtenus sont les suivants : seule la liaison potentielle (ex. "grand talent" par rapport à "vrai talent") retarde la détection d'un mot commençant par /t/. La liaison ("grand arbre") et l'enchaînement ("grande amie") ne retardent pas la détection d'un mot commençant par /a/. En outre, dans toutes les expériences, les sujets non natifs ont mis plus de temps pour faire la tâche de détection que les sujets natifs du français. Enfin, l'auteur met en doute la tâche utilisée, et de ce fait, ne peut pas tirer de conclusions très probantes. Bradley & Dejean de la Bâtie (1990), quant à eux, ont utilisé le même matériel que Matter et ont étudié comment deux groupes d'auditeurs (sujets de langue maternelle française et étudiants du français langue étrangère) établissaient des frontières de mots en français. Les sujets devaient détecter le phonème /t/ en début de mot. Les auteurs ont obtenu des résultats, pour les deux groupes réunis, qui sont semblables à ceux de Matter, à savoir des temps de réaction plus longs pour "grand talent" que pour "vrai talent". Ils n'en concluent rien, cependant, sur la reconnaissance des mots enchaînés.

A l'exception de ces deux études qui portent surtout sur la perception de la parole chez les apprenants, les chercheurs ne se sont guère penchés sur l'effet de l'enchaînement lors de l'accès au lexique en parole continue, que ce soit en français ou dans une autre langue. Dès lors, il nous a paru important d'explorer cette voie dans le cadre de la recherche sur l'accès au lexique. Non seulement nous voulions nous assurer que la reconnaissance de mots enchaînés peut poser un problème au niveau de la perception mais nous désirions également savoir si les difficultés sont différentes selon le type d'enchaînement. Pour ce faire, nous nous sommes intéressés à trois types d'enchaînement. Un enchaînement avec liaison du type "son œuf" (que nous représenterons dorénavant par le sigle E/L-cv) et deux types d'enchaînement sans liaison : l'enchaînement entre la consonne finale d'un mot et la voyelle du

début du mot suivant comme dans "chaque ours" (sigle : E-cv), et l'enchaînement entre la consonne finale d'un mot et la consonne initiale du mot suivant comme dans "neuf lames" (sigle : E-cc). Il est à noter que dans notre étude chaque type d'enchaînement peut conduire à une ambiguïté lexicale complète. En effet, dans les exemples ci-dessus, les suites peuvent être interprétées de deux manières différentes : "son œuf" / "son neuf", "chaque ours" / "chaque course", "neuf lames" / "neuf flammes". Ce type d'ambiguïté, où le deuxième élément de la suite est un mot possible, avec ou sans la consonne d'enchaînement, est plus rare que l'ambiguïté momentanée créée en début du deuxième mot mais ensuite résolue avant la fin de celui-ci (ex. "nain" dans "un instrument", "tas" dans "était arrivé", etc.).

Dans cette étude exploratoire qui prélude à un programme de recherche plus conséquent (voir Besson & Grosjean, 1994), nous avons mené une expérience de discrimination dans laquelle nous avons présenté à des sujets des segments de phrases contenant des suites de mots enchaînés (ex. "Il s'agit de son œuf") et leur avons demandé de nous indiquer la provenance de ces segments. Ils avaient le choix entre les deux interprétations possibles ("Il s'agit de son œuf" et "Il s'agit de son neuf"). Nous avons fait l'hypothèse que les suites de la catégorie E/L-cv seraient discriminées avec difficulté. Quant aux suites du type E-cc, elles seraient discriminées assez facilement. Par contre, nous ne savions que dire des suites E-cv, car celles-ci partagent avec les suites E/L-cv le fait qu'il s'agit d'un enchaînement entre la consonne finale d'un mot et la voyelle du mot suivant (ex. "chaque ours"). Mais elles sont également proches des suites E-cc, car il s'agit d'un enchaînement et non d'une liaison. Par conséquent, les suites E-cv pourraient se comporter d'une manière similaire aux suites E/L-cv ou aux suites E-cc ou encore représenter une catégorie intermédiaire.

2. Méthode

Sujets : Seize sujets monolingues, dont la langue première est le français, ont pris part à l'expérience.

Matériel : Vingt-quatre suites de deux mots ont été réparties en trois groupes de huit, chaque groupe correspondant aux trois catégories d'enchaînement indiquées ci-dessus : enchaînement E/L-cv, ex. "son œuf" ; enchaînement E-cv ; ex. "chaque ours" ; enchaînement E-cc, ex. "neuf lames". Dans chaque groupe nous avons apparié chaque suite avec enchaînement à la suite correspondante sans enchaînement, ex. "son œuf"

(suite AE) appariée à "son neuf" (suite SE), "chaque ours" (suite AE) à "chaque course" (suite SE), etc. Avant d'intégrer ces suites dans un contexte plus large, nous nous sommes assurés que les trois groupes de suites ne différaient pas les uns des autres au niveau des variables suivantes : la fréquence du deuxième mot de la suite (ex. "œuf", "neuf", "ours", "course") ; le point d'unicité du deuxième mot ; et la cohérence sémantique entre le premier et le deuxième mot de la suite (ex. "son œuf", "son neuf", "chaque ours", "chaque course", etc.). Les suites ont ensuite été intégrées dans un énoncé de deux phrases. La première était une phrase introductive du type, "Cela a éveillé notre intérêt", et la deuxième était une phrase qui commençait avec "Il s'agit de", qui continuait avec la suite en question et qui se terminait avec un syntagme prépositionnel. (Ce syntagme était ajouté afin de s'assurer que la suite serait dite avec une prosodie de continuation). Ainsi, la suite "son œuf" se retrouvait dans l'énoncé suivant : "Cela a éveillé notre intérêt. Il s'agit de son œuf de pigeon probablement", et "son neuf" était inséré dans : "Cela a éveillé notre intérêt. Il s'agit de son neuf de carreau probablement".

Dans ce qui suit, nous ferons référence aux parties suivantes des énoncés :
- Segment AE (segment stimulus avec enchaînement) ; ex. "Il s'agit de son œuf"
- Segment SE (segment stimulus sans enchaînement) ; ex. "Il s'agit de son neuf"
- Suite AE (suite avec enchaînement); ex. "son œuf"
- Suite SE (suite sans enchaînement) ; ex. "son neuf"

Une lectrice française a lu les 48 énoncés (24 avec enchaînement et 24 sans) à un débit normal. Aucune instruction n'a été donnée quant à la prononciation de la consonne d'enchaînement afin de refléter le plus possible une situation naturelle. Les énoncés ont ensuite été digitalisés à l'aide du logiciel MacAdios et les segments stimuli en ont été extraits (ex. "Il s'agit de son œuf..", "Il s'agit de son neuf..", "Il s'agit de chaque ours..", "Il s'agit de chaque course...", etc.). Ceux-ci ont ensuite été enregistrés sur deux bandes différentes, chaque bande comportant 24 segments, douze segments AE et 12 segments SE. Les éléments d'une paire (segment AE et segment SE) se trouvaient toujours sur des bandes différentes. Bien que nous n'étions intéressés que par les segments AE (qui sont à l'origine de notre étude), nous avons utilisé tous les segments (AE et SE) car il fallait que les sujets puissent entendre chaque élément d'une paire et faire un choix entre l'une ou l'autre des interprétations.

Procédure : Les sujets ont écouté les deux bandes à l'aide d'un magnétophone à cassette et d'écouteurs, à 24 heures d'intervalle. Ils devaient indiquer si le segment présenté correspondait à l'une ou à l'autre des deux versions présentées par écrit. Ils devaient également donner un degré de confiance pour chaque réponse sur une échelle allant de 1 (très peu sûr) à 10 (très sûr).

Analyse des données : Nous n'avons analysé que les résultats des segments AE pour lesquels nous avons obtenu deux mesures :

1) Taux de discrimination : Étant donné que pour un segment AE, le sujet avait le choix entre la version écrite avec enchaînement (réponse AE) et la version écrite sans enchaînement (réponse SE), nous avons calculé un taux de discrimination pour chaque segment AE en prenant le nombre de réponses AE et en y soustrayant le nombre de réponses SE. Par exemple, pour le segment AE, "Il s'agit d'un ancien hectare", 6 sujets ont choisi la réponse AE et 10 sujets ont choisi la réponse SE ; le taux de discrimination est donc de 6 - 10 = -4. Pour le segment AE, "Il s'agit d'une grande anse", 16 sujets ont choisi la réponse AE et aucun n'a choisi la réponse SE ; le taux de discrimination est donc de 16 - 0 = 16. Une valeur positive et élevée signifie que la phrase a été discriminée facilement et que les sujets ont choisi la réponse qui correspond au segment AE. Une valeur négative et élevée signifie que la phrase a également été discriminée facilement, mais que les sujets ont choisi la réponse qui correspond au segment SE. Une valeur proche de 0 signifie que la phrase a été entendue autant de fois comme AE que

comme SE, et donc qu'elle est plus ambiguë. La valeur maximale est de 16 et la valeur minimale de -16.

2) Degré de confiance : Pour chaque réponse proposée, le sujet a donné un degré de confiance, que nous avons analysé tel quel, sans tenir compte de son choix de segment (AE ou SE). Nous avons donc simplement calculé la moyenne de chaque segment sur 16 sujets. Plus la valeur est haute, plus les sujets sont confiants dans leur choix. La valeur maximale est de 10 et la valeur minimale de 1.

3. Résultats et discussion

La Figure 1 (ci-dessous) montre le taux de discrimination des segments AE en fonction de la catégorie d'enchaînement : enchaînement avec liaison (E/L-cv), enchaînement (sans liaison) entre la consonne finale d'un mot et la voyelle du début du mot suivant (E-cv), et enchaînement (sans liaison) entre la consonne finale d'un mot et la consonne initiale du mot suivant (E-cc).

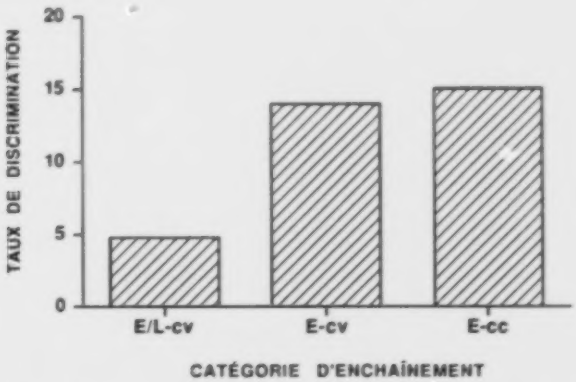


Figure 1. Taux de discrimination des segments AE en fonction de trois catégories d'enchaînement : E/L-cv, E-cv, E-cc.

Nous remarquons que les segments de la catégorie E/L-cv sont moins bien discriminés, en moyenne, que les segments des catégories E-cv et E-cc (moyennes de 4.75, 14 et 15, respectivement) et que les deux dernières catégories donnent des résultats semblables. Une analyse de variance par mot et par sujet confirme cette observation (par mot : $F(2, 21) = 26.90$,

$p < 0.001$; par sujet : $F(2, 30) = 42.04$, $p < 0.001$). Une analyse post hoc (par sujet) montre une différence significative entre la catégorie E/L-cv et la catégorie E-cv et entre la catégorie E/L-cv et la catégorie E-cc, mais pas de différence entre les catégories E-cv et E-cc.

Nous pouvons conclure que les segments qui contiennent des enchaînements avec liaison sont moins bien discriminés, et par conséquent, sont plus ambigus que les segments qui contiennent des enchaînements sans liaison.

La Figure 2 (ci-dessous) montre le degré de confiance dans les réponses données en fonction des trois catégories d'enchaînement : E/L-cv, E-cv et E-cc.

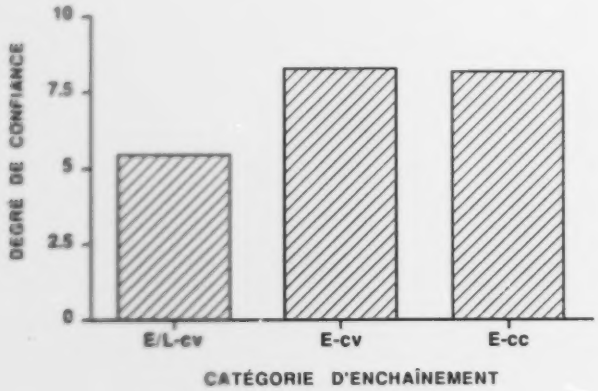


Figure 2. Degrés de confiance dans les réponses données en fonction de trois catégories d'enchaînement : E/L-cv, E-cv, E-cc.

Nous observons des effets similaires à ceux obtenus pour le taux de discrimination. Premièrement, les segments de la catégorie E/L-cv ont un degré de confiance plus bas, en moyenne, que les segments des catégories E-cv et E-cc (moyennes de 5.41, 8.29 et 8.17, respectivement) et deuxièmement les segments des deux catégories d'enchaînement sans liaison présentent des résultats presque identiques.

Une analyse de variance confirme ces observations (par mot : $F(2, 21) = 26.72$, $p < 0.001$; par sujet : $F(2, 30) = 60.03$, $p < 0.001$). Une analyse post hoc (par sujet) montre une différence significative entre la catégorie E/L-cv et la catégorie E-cv et entre la catégorie E/L-cv et la catégorie E-cc, mais pas entre la catégorie E-cv et la catégorie E-cc. Cette deuxième mesure (degré de confiance) confirme donc les résultats obtenus avec le taux de discrimination.

Nous retenons de cette étude que l'enchaînement avec liaison (E/L-cv) est potentiellement plus ambigu que l'enchaînement sans liaison, que ce dernier soit l'enchaînement entre la consonne finale d'un mot et la voyelle du début du mot suivant (E-cv) ou celui entre la consonne finale d'un mot et la consonne initiale du mot suivant (E-cc). Etant donné ces différences dans l'ambiguïté des suites, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'accès au lexique se fera avec plus de difficulté, et donc plus lentement, pour les suites ambiguës du type E/L-cv que pour les suites des deux autres catégories.

4. Discussion générale

Bien qu'il faudra confirmer ces résultats avec une tâche de reconnaissance des mots en temps réel (voir Besson & Grosjean, 1994), nous pouvons déjà envisager la manière dont les modèles actuels d'accès au lexique pourraient rendre compte de la reconnaissance des mots enchaînés. Le modèle de la cohorte (Marslen-Wilson, 1987) aurait quelques difficultés à le faire car l'activation des candidats se fait à partir du début du mot (même si cela est moins explicite que dans la première version du modèle, Marslen-Wilson & Welsh, 1978) et la reconnaissance de plusieurs mots demeure une opération séquentielle. Or, ce qui pourrait se passer au début du deuxième mot dans une suite comme /pətitami/ n'est pas clair. Nous voyons deux possibilités qui semblent s'exclure mutuellement. Dans la première, la suite de sons /pəti/ est d'abord reconnue comme étant le mot "petit" et les sons qui suivent (ex. /ta/) activent tous les mots qui commencent de cette façon. Mais cette manière de faire empêchera (ou retardera) la reconnaissance du mot "ami". Dans la deuxième possibilité, la suite de sons /pətit/ est d'abord reconnue comme étant soit "petite" soit "petit" (il faudrait dans ce cas inclure une disposition spéciale pour les consonnes de liaison), et les sons suivants /am/ activent alors les mots qui commencent ainsi. Or, le problème

maintenant est que la reconnaissance de "tamis" sera soit empêchée, soit retardée. Par conséquent, nous voyons mal comment le modèle de la cohorte peut rendre compte de la reconnaissance de mots enchaînés.

Nous avons besoin d'un modèle qui soit moins séquentiel (qui ne stipule pas que la reconnaissance se fait mot par mot, un mot après l'autre) et qui permette l'activation de candidats à partir de plusieurs endroits dans la chaîne sonore. De plus, le modèle doit accepter la reconnaissance de plusieurs mots à la fois. Malgré certaines critiques qui lui sont faites (organisation temporelle, absence de liens avec les niveaux supérieurs, etc.), le modèle TRACE (McClelland & Elman, 1986) semble capable de rendre compte du traitement d'une suite ambiguë qui découle de la présence d'un enchaînement (avec quelques légères modifications éventuellement).

Prenons à nouveau l'exemple de /pətitami/. L'information du début de la suite active des candidats qui correspondent aux éléments acoustico-phonétiques perçus. Comme nous pouvons le voir sur la Figure 3 (page suivante), lorsque nous arrivons à la fin de /pəti/ (flèche no. 1 sur le diagramme), un certain nombre de candidats sont déjà actifs : "petit", "petite", "petite-fille", "petit-beurre", etc. Bien que TRACE ne tienne pas compte de la fréquence, nous avons arrangé les candidats selon leur fréquence dans l'exemple, les plus fréquents en haut de la liste, les moins fréquents en bas. "Petit-gris" sera donc moins actif que "petit" ou "petite". Au fur et à mesure que l'information phonétique continue d'arriver, de nouveaux candidats sont activés alors que d'autres perdent de leur activation (ils sont barrés dans le diagramme). Quand on arrive à la fin de la séquence /pətita/ (flèches 2a, 2b et 2c), "petit" et "petite" sont clairement actifs (flèche 2a) et "tamis" et "ami(e)" entrent en compétition (flèches 2b et 2c). Si ces deux concurrents étaient de même fréquence, seul le contexte pourrait les départager, mais dans notre exemple, "ami" étant beaucoup plus fréquent que "tamis", il sera plus actif et donc inhibera probablement "tamis". (Pour que "tamis" soit reconnu à la longue, il lui faudra l'aide du contexte). Enfin, lorsqu'on atteint la fin de la séquence /pətitami/ (flèches 3a et 3b), les candidats qui demeurent sont ceux qui correspondent directement à celle-ci ("petit" et "petite", "ami", "amie" et "tamis") ainsi que ceux qui seraient éventuellement possibles avec une continuation adéquate ("tas" si les mots suivants étaient

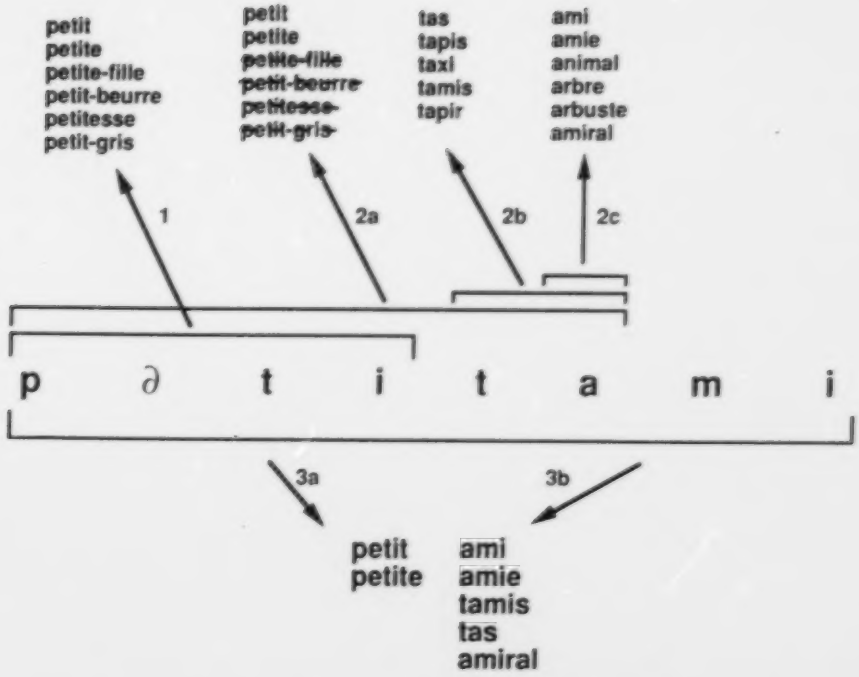


Figure 3. Le déroulement de la reconnaissance de la suite /pətitami/

"miniature", "misérable", "mis", etc. ; "amiral" si la suite se poursuivait avec /ral/, etc.). Ce qui est intéressant dans l'exemple donné est que "ami" et "amie" sont les premiers candidats (pour des raisons de fréquence) mais également que "tamis" reste candidat, certes moins actif, tant que d'autres informations (ascendantes ou descendantes) ne viennent les départager.

Par conséquent, plus l'information acoustico-phonétique permet de distinguer entre les candidats, moins il y aura de compétition entre eux et plus rapidement un seul candidat sortira du lot. C'est probablement ce qui se passe avec les suites qui appartiennent aux catégories E-cv et E-cc. Dans l'exemple de /ʃakurs/ ("chaque ours" ou "chaque course"), si l'indice acoustique au niveau du /k/ est en faveur de "chaque ours", alors "ours" sera plus activé, "course" le sera moins, la compétition sera moins intense entre les deux et "ours" sera reconnu plus rapidement. La rapidité de l'accès de mots enchaînés dépendra donc, en dehors d'informations descendantes, du degré d'ambiguïté de l'information acoustico-phonétique et, dans une moindre mesure, de la fréquence des concurrents en question.

Notons enfin que cette manière de considérer la reconnaissance des mots avec enchaînement permet d'éviter la présence de consonnes d'enchaînement au niveau de la représentation lexicale. En effet, on pourrait imaginer que l'entrée d'un mot qui commence avec une voyelle soit représentée par l'ensemble des suites phonétiques possibles dont celles avec liaison (ex. l'entrée "ami" correspondrait non seulement à "ami" mais également à "zami", "tami", "rami" etc.). Mais cela accroîtrait la taille du lexique de manière considérable (il faudrait que toutes les possibilités y soient présentes) et intégrerait au niveau de la représentation un phénomène avant tout de production. Nous préférons donc l'explication présentée ci-dessus dans laquelle les éléments enchaînés sont reconnus lorsque les informations ascendantes et descendantes ont permis l'activation suffisamment forte d'une suite de deux représentations lexicales.

5. Bibliographie

BESSON, C. & F. GROSJEAN (1994): *L'effet de l'enchaînement sur la reconnaissance des mots dans la parole continue*, Manuscrit, Laboratoire de traitement du langage et de la parole, Université de Neuchâtel.

BRADLEY, D. & B. DEJEAN DE LA BÂTIE (1990): *Resolving Word Boundaries in Spoken French*, Manuscrit non publié.

MARSLEN-WILSON, W. (1987): "Functional parallelism in spoken word-recognition", *Cognition* , 25, 71-102.

MARSLEN-WILSON, W. & A. WELSH (1978): "Processing interactions during word-recognition", *Cognitive Psychology*, 10, 29-63.

MATTER, J. (1986): *A la recherche des frontières perdues*, Amsterdam, De Werelt.

McCLELLAND, J. & J. ELMAN (1986): "The TRACE model of speech perception", *Cognitive Psychology*, 18, 1-86.

L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives

Murielle Gigandet

Résumé

Cet article présente les principaux résultats d'un travail qui étudie l'influence, au niveau de la perception, d'un phonème sur un autre lorsque ces deux phonèmes ne sont pas contigus. Nous avons demandé à des sujets d'écouter des logatomes CVCV présentés dans le bruit et d'identifier les phonèmes entendus. Les résultats montrent que l'influence perceptive à distance varie selon que le phonème est le stimulus (i.e. consonne influençable) ou le voisin (i.e. consonne influençante). L'influençabilité et la force d'influence dépendent de la consonne considérée, de la forme d'influence et de la classe à laquelle appartient l'élément considéré.

1. Introduction

Dans l'étude de la perception de la parole, nombre de questions demeurent encore non résolues, en particulier la manière dont sont identifiés les phonèmes dans la chaîne parlée. Clark & Clark (1977) et Calliope (1989) nous proposent un modèle de perception dont voici les points principaux : à une première étape dite auditive où le signal acoustique est traité dans sa représentation spectrale et ses aspects temporels, succède une étape phonétique pendant laquelle sont extraits les indices acoustiques du signal qui sont ensuite combinés afin d'identifier un phonème particulier. L'étape suivante est l'étape phonologique où l'identification préliminaire du phonème est ajustée aux contraintes phonétiques et phonologiques de la langue, ce qui permet d'accéder ensuite à l'étape de recherche lexicale qui nécessite la prise en compte d'autres indices, extra-auditifs.

Dans ce modèle de perception, le niveau qui nous intéresse plus particulièrement est celui de l'étape phonologique où l'auditeur va percevoir un phonème en combinaison avec d'autres phonèmes. La langue présente en effet cette caractéristique que les sons se combinent les uns avec les autres, mais surtout que cette combinaison implique une influence

mutuelle entre les sons. En production de la parole, cette influence est connue sous le nom de coarticulation : dans l'articulation d'un son, on trouve des "traces" de l'articulation d'un autre son voisin du premier, car le mouvement articulatoire d'un son commence et se poursuit dans les sons avoisinants.

Cette influence se rencontre également au niveau de la perception comme le montrent plusieurs études. Van Dommelen (1983) met en évidence que dans un groupe de deux consonnes voisines, le voisement de la seconde consonne peut influencer la perception du trait de voisement de la première. Alfonso (1981) dégage le fait que dans un contexte CVC, les déplacements de frontière dans la perception catégorielle du lieu articulatoire de la consonne initiale dépendent de la perception de la consonne finale. Enfin, Van den Berg & Slis (1987) montrent que la variation du trait de voisement des consonnes initiale et finale, dans des logatomes de forme CVCCVC, affecte la perception du voisement du groupe des deux consonnes centrales.

La plupart des études menées jusqu'à présent se sont concentrées sur la perception d'un trait particulier et non sur la perception "globale" d'un phonème. De plus, les études faites sur le français sont rares, la plupart concernant l'anglais. On aimerait aussi savoir si toute consonne peut influencer toute autre consonne et, dans l'affirmative, comment se manifeste cette influence. La question de départ de cette étude est donc la suivante : *Comment la perception d'un phonème est-elle influencée par la présence, dans la même chaîne parlée, d'un phonème non contigu ?*

Pour étudier ces phénomènes d'influence, nous avons choisi une expérience d'identification de phonèmes dans le bruit en nous inspirant de la recherche menée par Miller & Nicely (1955). Comme eux, nous avons analysé les réponses données aux stimuli proposés mais nous avons tenu compte, en plus, de la présence et de l'identité de l'autre phonème contenu dans l'élément présenté.

2. Méthode

Sujets : 11 sujets, 6 femmes et 5 hommes dont la moyenne d'âge était de 30 ans, ont pris part à l'expérience.

Matériaux linguistiques : Nous avons utilisé des logatomes de forme CVCV car les mots de deux syllabes sont des plus courants en français comme l'est la séquence CV (54,5% d'apparition contre 1,9% pour les VC). Pour contrôler l'effet de fréquence lexicale (la fréquence des mots pourrait biaiser l'étude dans le sens d'une meilleure perception des mots connus ou du remplacement par un phonème qui donnerait un mot connu), nous avons choisi pour voyelle le "e muet" ou "schwa", de fréquence très faible (0,4% d'occurrence), ce qui permet d'avoir un maximum de logatomes.

Nous avons limité le nombre de phonèmes étudiés à douze et notre intérêt a porté sur les consonnes occlusives (/b/, /d/, /g/, /p/, /t/, /k/), et sur les consonnes constrictives simples (/v/, /z/, /j/, /f/, /s/, /ch/ ; "j" et "ch" sont utilisés ici par convention comme symboles des deux chuintantes sonore et sourde).

Les stimuli de l'expérience ont été construits de la manière suivante : nous avons enregistré 144 logatomes (c.à.d. toutes les combinaisons possibles de CVCV où les C peuvent être chaque fois 12 consonnes différentes), puis nous les avons digitalisés et nous leur avons ajouté du bruit. Ces stimuli ont ensuite été répartis aléatoirement en 8 listes de 18 logatomes en moyenne puis réenregistrés sur cassette. Nous avons ajouté du silence entre chacune des 8 listes.

Procédure : Nous avons demandé aux sujets d'écouter les stimuli, de noter d'abord la seconde consonne entendue dans le logatome, puis dans une seconde écoute, la première consonne entendue. Les sujets n'ont eu ainsi à se concentrer que sur une consonne à la fois et nous avons pu tenir compte des deux effets possibles dans le logatome CVCV : la première consonne peut influencer la seconde et inversement. Nous avons donné aux sujets une liste des phonèmes possibles comme réponses.

Analyse des données : Comme le nombre de réponses était important (11 sujets ont écouté 12 consonnes-stimuli en fonction de 12 consonnes-voisines dans 2 positions différentes ce qui donne 3168 réponses), nous avons eu recours à l'informatique pour nous aider dans nos calculs. Nous avons donc construit une base de données dans laquelle nous avons entré tous nos résultats. Nous avons donné pour chaque item les réponses de chaque sujet, en notant chaque fois les traits de voisement et de mode de chaque consonne, aussi bien dans les stimuli que dans les réponses ; nous avons ensuite effectué tous les comptages nécessaires en créant des programmes de calcul à partir de la base de données ; puis nous avons transformé ces résultats en pourcentages, et enfin nous avons calculé différentes statistiques (corrélations, tests de signification, etc.).

L'influence mutuelle entre phonèmes peut être envisagée sous deux angles : un phonème peut en influencer un autre, mais en même temps ce phonème peut être influencé par l'autre phonème. Il s'agit bien d'une influence mutuelle, où chaque phonème peut jouer à la fois le rôle d'élément influençant et celui d'élément influençable. Deux types d'analyses doivent donc être faites en parallèle : celle du stimulus ou consonne influençable, et celle du voisin ou consonne influençante. De plus, l'identification de phonèmes dans le bruit peut mener à deux types de réponses : soit le stimulus est perçu correctement, soit la réponse donnée est différente de ce stimulus et constitue ce qu'on appelle une confusion. Ceci implique que nos deux analyses parallèles comportent chacune deux parties : la première porte sur l'analyse des réponses correctes, la seconde sur les erreurs ou confusions.

BEST COPY AVAILABLE

3. Résultats

3.1. La consonne en tant que stimulus

Nous allons commencer par examiner la consonne en tant que stimulus, c'est-à-dire en tant que phonème influençable par un autre phonème présent dans le même logatome. Nous considérerons d'abord la perception correcte, autrement dit nous verrons si une consonne est mieux perçue grâce à la présence d'une autre consonne ; puis nous étudierons les erreurs ou confusions afin de constater de quelle façon un stimulus peut être influencé par la présence d'une autre consonne.

a) Perception correcte : Le nombre total de réponses correctes est de 1577, soit 50% du nombre total des réponses. Après avoir calculé le pourcentage de réponses correctes sur un stimulus, il s'agissait de voir si ce pourcentage est identique quelle que soit la consonne-voisine qui accompagne ce stimulus dans le logatome présenté. Nous avons donc examiné les pourcentages en fonction de chaque voisin et avons calculé si les différences entre ces pourcentages étaient significatives[1]. Si tel est le cas, cela veut dire que la perception correcte du stimulus impliqué dépend de l'identité du voisin présent dans le même logatome.

Pour faciliter l'analyse, nous avons regroupé les voisins selon les traits de voisement et de mode. Nous avons choisi ces deux traits parce qu'ils permettent de regrouper les consonnes en deux catégories bien définies et d'importance égale (six sonores / six sourdes et six occlusives / six constrictives). Ainsi, nous avons compté, par exemple, pour le stimulus /b/, un pourcentage global de perception correcte de 50%, un pourcentage de 57% lorsque le voisin est sonore et de 44% lorsque le voisin est sourd ; la différence de pourcentages de 13% est ici significative. Par contre, le pourcentage est de 48% lorsque le voisin est occlusif et de 52% lorsque le voisin est constrictif ; la différence de pourcentages de 4% n'est pas significative.

Une première analyse des résultats nous a indiqué les pourcentages de perception correcte des stimuli en fonction du trait de voisement du

[1] Tous les tests dans cet article ont utilisé le test t de Student avec un niveau de signification de 0.05. Les résultats détaillés des tests se trouvent dans le mémoire de l'auteur (Gigandet, 1991).

voisin. La différence entre les pourcentages atteint un niveau significatif pour deux consonnes seulement : /b/ et /ch/. Une deuxième façon d'analyser les résultats a consisté à calculer les pourcentages de perception correcte des stimuli en fonction du trait de mode du voisin. Les résultats montrent qu'une seule consonne présente une différence de pourcentages significative : il s'agit de /s/.

La Figure 1 (page suivante) montre le degré d'influençabilité de chaque consonne dans la perception correcte. Ce degré a été obtenu de la manière suivante : on calcule la différence des pourcentages de perception correcte d'un stimulus selon le trait de voisement du voisin, puis on calcule la même différence avec le trait de mode du voisin et enfin on fait la moyenne entre les deux différences. Cette moyenne correspond au degré d'influençabilité. Plus le degré est élevé, plus le stimulus est influençable. Les consonnes /b/, /s/ et /ch/ apparaissent comme des consonnes fortement influençables ; au contraire, /p/ et /z/ subissent très peu d'influence de la part de leur voisin. Nous pouvons donc constater que seules quelques consonnes semblent être influencées dans leur perception correcte par leur voisin non contigu mais cette influence ne porte pas sur les mêmes consonnes selon que l'on considère un trait différent du voisin (voisement ou mode).

b) Erreurs (confusions) : Nous allons à présent prendre en considération les erreurs perceptives sur le stimulus et nous ferons l'hypothèse que ces erreurs ne sont pas faites qu'en fonction de la consonne-stimulus mais aussi en fonction de la consonne-voisine. Nous avons décidé de prendre comme mesure la force que possède un stimulus pour garder son trait bien qu'il soit remplacé par une consonne erronée. Par exemple, pour /b/ stimulus, nous avons compté le nombre de réponses erronées qui étaient sonores comme /b/, donc les cas où la réponse était /d/, /g/, /v/, /z/ et /j/. C'est ce que nous avons appelé le maintien du trait (dans les erreurs). L'hypothèse que nous vérifions ici est la suivante : un stimulus garde mieux son trait grâce à la présence du voisin. Si les différences entre les pourcentages de maintien d'un trait en fonction du voisin sont significatives, l'influence du voisin existe. Le pourcentage de maintien est basé sur le nombre total d'erreurs pour chaque stimulus.

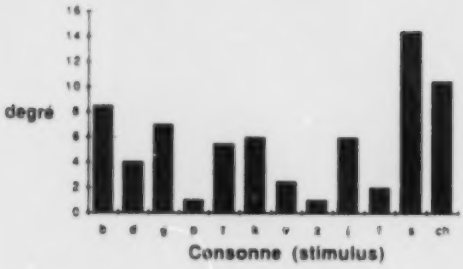


Figure 1 : Degré d'influençabilité dans la perception correcte

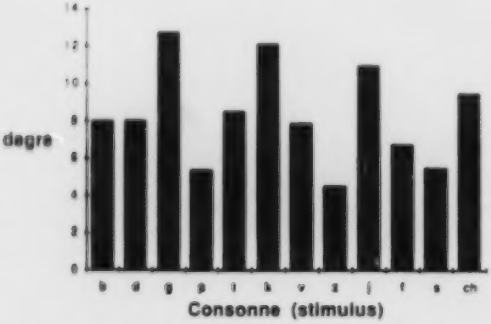


Figure 2 : Degré d'influençabilité dans les erreurs

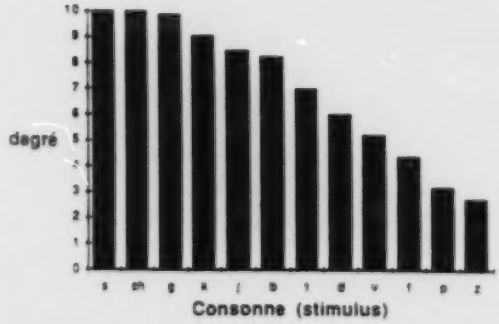


Figure 3 : Degré d'influençabilité global

Ainsi, nous avons pour /b/, un pourcentage global de maintien de 91%, un pourcentage de 41,5% lorsque le voisin est sonore, et de 49,5% lorsque le voisin est sourd. La différence de 8% n'est pas tout à fait significative.

Un premier calcul nous a indiqué les pourcentages de maintien du trait de voisement du stimulus dans les erreurs en fonction du trait de voisement du voisin. Les stimuli /g/ et /ch/ présentent des différences de pourcentages significatives ; ils sont donc influençables par la présence de leur voisin qui les aide à "garder une partie de leur identité" malgré les confusions perceptives. Trois consonnes ont des résultats proches du niveau de signification : /b/, /d/ et /j/. On peut également calculer les pourcentages de maintien du trait de mode du stimulus en fonction du trait de mode du voisin. Nous avons obtenu des différences significatives pour /t/ et /f/ ; la consonne /b/ a un résultat proche du niveau de signification.

La Figure 2 (page précédente) montre le degré d'influençabilité de chaque consonne dans les erreurs (maintien du trait). Le degré d'influençabilité est calculé en faisant la moyenne entre les différences de pourcentages de maintien du trait de voisement et du trait de mode du stimulus. /g/, /k/, /j/ et /ch/ apparaissent comme des consonnes influençables pour le maintien de leur trait dans les erreurs ; elles "profitent" de l'aide de leur voisin dans les erreurs qui se produisent pour garder leur trait. /p/ et /z/, au contraire, n'utilisent pas l'aide de leur voisin pour garder leur trait dans les erreurs. On peut remarquer que le degré d'influençabilité est plus élevé pour les erreurs que pour la perception correcte (moyennes de 8,33 et 5,7 ; différence significative). Une consonne subit donc plus d'influence de son voisin quand il se passe une erreur que dans la perception correcte.

La Figure 3 (page précédente) montre le degré d'influençabilité globale du stimulus. Ce degré est obtenu en calculant la moyenne entre le degré d'influençabilité de la perception correcte (Figure 1) et le degré de maintien du trait dans les erreurs (Figure 2). Nous pouvons observer les points suivants : /s/ et /ch/ subissent une forte influence de leur voisin ; elles profitent de leur voisin pour être perçues correctement ou, dans les erreurs, pour maintenir leur trait. A l'inverse, /p/ et /z/ apparaissent comme des consonnes peu influençables ; elles n'utilisent pas l'aide de leur

voisin pour être mieux perçues ou pour garder leur trait dans les erreurs. Notons également que les consonnes postérieures (/j/ et /ch/, /g/ et /k/) sont parmi les consonnes les plus influençables ; elles ont un comportement plus homogène que les médianes et les antérieures. Enfin, la moitié des consonnes étudiées ont un degré d'influençabilité de 8 ou plus, ce qui montre que l'influence de la consonne non contiguë est assez importante.

Nos conclusions à propos de l'étude du stimulus sont les suivantes : a) une consonne peut être influencée, dans sa perception, par une consonne non contiguë ; b) toutes les consonnes étudiées ne sont pas influençables au même degré ; c) les consonnes influençables ne sont pas les mêmes selon la forme d'influence (perception correcte ou erreurs) ni selon le trait du voisin (groupes de voisement ou de mode).

3.2. La consonne en tant que voisin

Nous allons à présent examiner la consonne en tant que voisin, autrement dit en tant que phonème influençant la perception d'un autre phonème présent dans le même logatome. Nous considérerons d'abord l'aide à la perception correcte et verrons si une consonne permet, par sa présence, une meilleure perception des consonnes non contiguës ; puis nous étudierons les erreurs et nous observerons quel genre d'influence un voisin peut avoir sur un stimulus lorsque celui-ci est remplacé par une réponse erronée.

a) Aide à la perception correcte : Si l'influence d'un voisin sur un stimulus était nulle, le pourcentage de perception correcte permis par un voisin devrait être identique quel que soit le stimulus présent dans le même logatome. Nous avons regroupé les stimuli selon les traits de voisement et de mode et nous avons examiné si le voisin influence davantage un groupe de consonnes-stimuli que l'autre et ceci de façon significative. Si les différences entre les pourcentages permis pour chaque groupe de consonnes-stimuli sont significatives, cela montre que le voisin agit de façon différenciée sur un stimulus selon le trait de celui-ci et donc qu'il influence effectivement, par sa présence, l'identification du stimulus. Par exemple, nous avons obtenu un pourcentage global de perception correcte permise par le voisin /b/ de 54%, un pourcentage de 61%

lorsque le stimulus était sonore, et de 47% lorsque le stimulus était sourd. La différence de pourcentages de 14% est ici significative.

Un premier calcul nous a donné les pourcentages de perception correcte permis par les voisins en fonction du trait de voisement du stimulus. Nous avons obtenu une différence de pourcentages significative pour les voisins /b/ et /ch/, et des résultats proches du niveau de signification pour /v/, /f/ et /s/. Un second calcul a porté sur les pourcentages de perception correcte permis par les voisins cette fois en fonction du trait de mode du stimulus. Les différences de pourcentages étaient significatives pour le voisin /j/.

La Figure 4 (page suivante) montre le degré d'influence du voisin sur la perception correcte du stimulus. Ce degré est calculé sur la moyenne entre les différences de pourcentages de perception correcte permis par le voisin lorsqu'on considère le trait de voisement et de mode du stimulus. Plus la différence de pourcentages est élevée, plus le voisin est influençant. /j/, /v/ et /ch/ apparaissent comme des consonnes influençant fortement la perception correcte d'un stimulus. A noter qu'on retrouve /ch/ comme dans la Figure 1 (influençabilité du stimulus dans la perception correcte) ce qui montre qu'une consonne peut être à la fois influençable et influençante. Par ailleurs, /p/ apparaît comme peu influençante, comme elle était peu influençable en tant que stimulus. Le degré d'influence est en moyenne plus élevé que le degré d'influençabilité (7,1 contre 5,7). Le coefficient de corrélation de Pearson entre le degré d'influençabilité et le degré d'influence pour les 12 consonnes est de 0.33.

b) Erreurs (confusions) : Nous allons considérer ici l'aide au maintien du trait, autrement dit la force que possède un voisin pour faire maintenir son trait au stimulus dans les erreurs. Par exemple, pour un stimulus sonore et un /b/ voisin, nous avons compté le nombre de réponses erronées sonores ; puis, toujours avec le voisin /b/ mais avec un stimulus sourd, nous avons compté le nombre de réponses erronées sourdes. Nous avons transformé les résultats en pourcentages afin d'examiner si la différence entre les pourcentages de chaque groupe était significative. Nous avons trouvé, par exemple, que le pourcentage global d'aide au maintien du trait de voisement que fournit le voisin /b/ était de 86%, qu'il était de 37% lorsque le stimulus était sonore et de 49% lorsque le

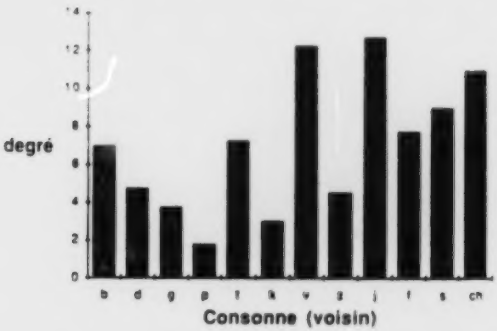


Figure 4 : Degré d'influence dans la perception correcte

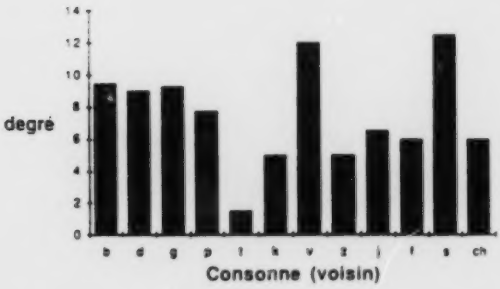


Figure 5: Degré d'influence dans les erreurs

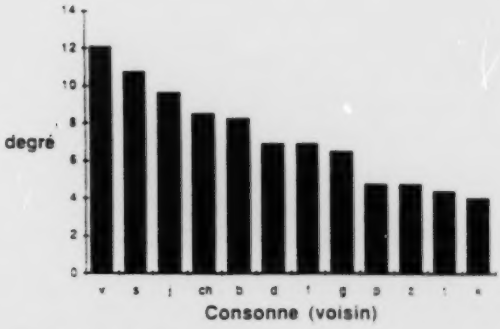


Figure 6 : Degré d'influence global

stimulus était sourd. La différence de pourcentages de 12% n'est pas significative.

Un premier calcul nous a donné les pourcentages d'aide au maintien du trait de voisement du stimulus dans les erreurs que fournit chaque voisin. Le pourcentage d'aide au maintien du trait est basé sur le nombre total d'erreurs fournies par le voisin. Nous avons trouvé que les différences de pourcentages étaient significatives pour les voisins /v/, /f/ et /s/. Un deuxième calcul nous a donné les pourcentages d'aide au maintien du trait de mode du stimulus dans les erreurs que fournit chaque voisin. Les différences de pourcentages étaient significatives pour les voisins /p/, /v/, /j/ et /s/ et très proches de la signification pour /d/. On retrouve donc /v/ et /s/ comme pour le voisement : ces deux consonnes semblent être des voisins ayant une grande force d'influence sur le maintien du trait du stimulus dans les erreurs.

La Figure 5 (page précédente) montre le degré d'influence du voisin sur le maintien du trait du stimulus dans les erreurs. Ce degré est calculé en prenant la moyenne entre les différences de pourcentages d'aide au maintien du trait de voisement et de mode du stimulus. Nous remarquons que /s/ et /v/ apparaissent comme des consonnes fortement influençantes dans l'aide au maintien du trait du stimulus. On retrouve /v/ à nouveau (voir l'influence du voisin sur la perception correcte, Figure 4) ce qui implique que cette consonne possède une grande force d'influence. /l/, /k/ et /z/ apparaissent au contraire comme des consonnes peu influençantes dans l'aide au maintien du trait. /k/ et /z/ apparaissaient déjà comme telles dans la Figure 4, ce qui signifie que ces deux consonnes ont peu de force d'influence sur des consonnes non contiguës. Le degré d'influence est légèrement plus élevé pour les erreurs que pour la perception correcte (moyennes de 7,5 contre 7,06) mais cette différence n'est pas significative.

Nous constatons donc que seules certaines consonnes semblent être influençantes sur le maintien du trait du stimulus dans les erreurs, et que cette influence n'est pas due au même voisin selon le trait du stimulus considéré. De plus, un voisin semble influencer davantage un stimulus quand il s'agit de l'aider à maintenir un trait que quand il s'agit de le faire percevoir correctement. Enfin, nous voyons deux fonctionnements

différents selon la forme d'influence : dans la perception correcte, une consonne est plus influençante qu'influençable tandis que dans les erreurs elle est plus influençable qu'influençante.

La Figure 6 (page précédente) montre le degré d'influence global de chaque consonne en tant que voisin. Ce degré est calculé en prenant la moyenne entre les degrés d'influence de l'aide à la perception correcte (Figure 4) et de l'aide au maintien du trait dans les erreurs (Figure 5). Nous pouvons noter les trois points suivants : quatre constrictives se trouvent parmi les consonnes les plus influençantes dont /s/ et /ch/ qui étaient déjà parmi les consonnes les plus influençables (voir Figure 3) ; /v/ est une consonne très influençante mais peu influençable tandis que /p/ et /z/ sont peu influençantes et peu influençables ; enfin, la moyenne du degré global d'influençabilité est de 7 et celle du degré global d'influence de 7,3 (différence non significative). La corrélation entre les deux échelles donne un r de 0.30.

Nos conclusions concernant l'étude du voisin sont les suivantes : une consonne peut être influençante sur la perception d'une consonne non contiguë ; cette force d'influence est différente selon les consonnes considérées ; les consonnes influençantes ne sont pas les mêmes selon la forme d'influence (perception correcte ou erreurs) ni selon le trait du stimulus (groupes de voisement ou de mode).

Voici nos conclusions générales aux études du stimulus et du voisin : dans l'ensemble, une consonne ne se comporte pas de la même façon en tant que stimulus et en tant que voisin ; la relation entre influençabilité et force d'influence dépend de la consonne considérée ; le comportement d'une consonne face à une consonne non contiguë est d'une grande complexité.

4. Discussion générale

Par notre étude de perception dans le bruit, nous avons cherché à savoir comment se présente l'influence mutuelle entre deux consonnes non contiguës. Nous avons constaté qu'une consonne peut être influencée, dans sa perception, par une autre consonne non contiguë mais qu'elle peut aussi influencer la perception de cette autre consonne. Nous avons vu également que ces phénomènes dépendent de la forme d'influence (perception

correcte ou erreurs) et du trait articulatoire des consonnes (groupes de voisement ou de mode). Nous avons aussi montré qu'il est difficile de dégager de grandes classes ou catégories de consonnes dont le comportement serait homogène dans tous les cas étudiés. Et enfin, nous avons vu que la relation entre influençabilité et force d'influence dépend de la consonne considérée.

Cette influence perceptive à distance, complexe et subtile, mérite d'être étudiée davantage. Il serait intéressant de modifier certains aspects de l'expérience comme, par exemple, analyser les mêmes stimuli mais avec un autre trait comme celui du lieu d'articulation, tenir compte de la position du phonème dans le mot, étudier d'autres consonnes, ou enfin utiliser d'autres stimuli que les CVCV.

Des études comme celle que nous avons menée ont leur importance en perception de la parole car, comme le disent Miller & Nicely (1955) :

> "On pourrait en savoir davantage sur la perception de la parole, et même améliorer la communication, si on savait quels types d'erreurs se produisent [...]"

à quoi on pourrait ajouter : "et si on savait aussi pourquoi elles se produisent".

5. Bibliographie

ALFONSO, P.J. (1981): "Context effects on place perception in stops consonants", *Annual Convention of the American Speech-Language and Hearing Association* , 23, 10, 714.

CALLIOPE (1989): *La parole et son traitement automatique*, Paris, Masson.

CLARK, H. & E. CLARK (1977): *Psychology and Language*, New York, Harcourt Brace Jovanovitch.

GIGANDET, M. (1991): *L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives*, Mémoire d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

MILLER, G.A. & P.E. NICELY (1955): "An analysis of perceptual confusions among some English consonants", *The Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 2, 338-352.

VAN DEN BERG, R.J.H. & I.H. SLIS (1987): "Phonetic context effects in the perception of voicing in C1C2 sequences", *Journal of Phonetics*, 15, 39-46.

VAN DOMMELEN, W.A. (1983): "Parameter interaction in the perception of French plosives", *Phonetica*, 40, 32-62.

Continuum acoustique "camp-gant" obtenu par hybridation : fiche descriptive

François Grosjean & Jean-Yves Dommergues

Résumé

Nous décrivons dans cette fiche la démarche que nous avons suivie pour construire un continuum acoustique "camp-gant" permettant de tester la perception catégorielle chez des sujets francophones. Ce continuum comporte douze étapes obtenues en faisant varier la proportion du prévoisement pendant la tenue de la consonne /k/ dans le mot "camp". Une étude d'identification pilote confirme qu'il existe une frontière perceptive nette à l'intérieur du continuum.

1. Procédure d'élaboration

Le présent continuum acoustique a été élaboré à la demande de la Division de neuropsychologie du Centre Hospitalier Universitaire du Canton de Vaud (CHUV) afin d'être utilisé avec des sujets aphasiques. Cela explique l'intégration des éléments du continuum dans une phrase qui indique au sujet de choisir entre deux images situées devant lui.

A. Le choix des phrases

Les deux phrases retenues sont les suivantes : "Montrez le camp" et "Montrez le gant". Elles offrent la double caractéristique d'être analogues aux phrases déjà utilisées par le CHUV pour tester certains de leurs patients et de présenter en contexte phrastique les deux mots-clefs "camp" et "gant", qui ne se différencient que par le trait "non-voisé/voisé".

Elles ont été lues et enregistrées en studio, chacune à dix reprises, par une voix féminine. Elles ont ensuite été échantillonnées à 10 kHz et digitalisées à l'aide du MacSpeech Lab, système de traitement et d'analyse de l'onde sonore.

Les différents mots de ces phrases ont alors fait l'objet de mesures temporelles précises effectuées avec le MacSpeech Lab : durée de chaque phrase, de sa partie "Montrez le", du silence du /k/ ou du prévoisement du

/g/, de leur VOT et de la voyelle nasale. Parmi les 10 exemplaires de chacun des deux types de phrases, celui qui a présenté les caractéristiques temporelles les plus proches de la moyenne de sa série a été considéré comme le plus "prototypique" et a été retenu. Cette sélection a donc permis d'isoler les deux phrases "Montrez le camp" et "Montrez le gant" qui ont servi à construire le continuum. Ces phrases ont les caractéristiques temporelles suivantes (entre parenthèses figure, en msec, la valeur moyenne de la série correspondante) :

"Montrez le camp"	"Montrez le"	silence du /k/	VOT	voyelle
943	625	123	34	161
(957)	(629)	(128)	(35)	(165)
"Montrez le gant"	"Montrez le"	prévois. du /g/	VOT	voyelle
976	646	94	25	211
(958)	(634)	(93)	(23)	(208)

B. La construction du continuum

Trois règles ont été observées pour cette construction :

- élaborer un continuum comportant 12 étapes;

- obtenir des réalisations claires et non ambiguës de chacune des deux extrémités du continuum : "camp" et "gant";

- respecter autant que possible les contraintes de production orale (en concevant des étapes intermédiaires caractérisées par des altérations acoustiques physiologiquement plausibles). Le passage par étapes de la non-voisée ("camp") à la voisée ("gant") a donc dû respecter cette contrainte.

La procédure d'hybridation suivie a consisté d'abord à construire les deux extrémités du continuum. Pour l'extrémité "camp", nous avons concaténé "Montrez le" (jusqu'à la fin du "le") de "Montrez le gant" avec "camp" (précédé des 123 msec du silence de son occlusive) de "Montrez le camp". Le "camp" concaténé a été allongé de 23 msec afin que la longueur du /ã/ se rapproche de celui du "gant" et que le mot puisse être

perçu soit comme un "camp" soit comme un "gant" tout au long du continuum. Cet allongement a été pratiqué en prélevant la période de plus grande intensité dans la partie stable de la voyelle, en la reproduisant six fois consécutivement et en la réinsérant dans son emplacement d'origine. Ni l'examen visuel de l'onde sonore, ni son écoute, n'ont révélé d'anomalie particulière. Pour l'extrémité "gant", nous avons concaténé "Montrez le" de "Montrez le gant" (en incluant les 94 msec du prévoisement de l'occlusive /g/) avec "camp" (sans son silence). En conséquence, le "gant" de cette extrémité n'avait du "gant" d'origine que les indices portés par les syllabes précédentes et par le prévoisement.

En ce qui concerne les 10 items intermédiaires, nous sommes passés progressivement de l'extrémité "Montrez le camp" à l'autre extrémité "Montrez le gant" en remplaçant par étapes le silence de "camp" par le prévoisement de "gant" tout en préservant la proportionnalité relative de leur durée (123 et 94 msec respectivement). Afin d'éviter toute rupture brutale dans le signal, la concaténation des segments avec prévoisement a été pratiquée en découpant l'onde sonore à l'endroit où la partie négative de la période passe par zéro. Le respect de cette contrainte est à l'origine des sauts légèrement irréguliers que l'on peut observer dans les différentes étapes du prévoisement. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de prévoisement et de silence (en msec) pour les douze items :

	Items	Prévoisement	Silence
Camp	1	0	123
	2	9	112
	3	18	101
	4	27	90
	5	36	78
	6	45	67
	7	49	56
	8	59	45
	9	69	34
	10	79	22
	11	88	11
Gant	12	94	0

2. Evaluation pilote du continuum

Afin de vérifier que les deux extrémités du continuum sont perçues de façon non ambiguë comme "camp" ou "gant" respectivement, qu'il existe bien une frontière perceptive à l'intérieur du continuum, et que celle-ci est nette, nous avons conduit une expérience d'identification pilote avec quatre sujets. Les douze phrases ont été présentées quatre fois de façon aléatoire; les sujets ont indiqué s'ils entendaient "camp" ou "gant" et ont précisé leur degré de certitude dans leurs réponses (sur une échelle de 1 à 6).

Le tableau ci-dessous présente les pourcentages de réponses "camp" pour les douze étapes :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S1	100	100	100	100	100	25	0	0	0	0	0	0
S2	100	100	100	100	100	100	50	0	0	0	0	0
S3	100	100	100	25	0	0	0	0	0	0	0	0
S4	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ce tableau révèle l'existence d'une frontière nette pour chacun des sujets; en effet, le passage de la perception du "camp" au "gant" s'effectue sur un item au plus. En outre, comme on l'observe généralement dans ce type de tâche, l'emplacement des frontières varie quelque peu de sujet à sujet. De surcroît, nous avons observé que les quatre sujets ont donné un degré de certitude maximale aux items des extrémités.

Traitement du langage chez le bilingue : la compréhension des interférences

Delphine Guillelmon

Résumé

Le but de ce travail est d'étudier le phénomène de l'interférence et en particulier la façon dont elle est traitée en temps réel par le bilingue et le monolingue. Deux textes français contenant des interférences du suisse-allemand ainsi que les textes correspondants en français standard ont été présentés à des sujets. Ceux-ci devaient d'une part comprendre les textes, pour pouvoir répondre par la suite à un questionnaire, et d'autre part appuyer aussi rapidement que possible sur une touche chaque fois qu'ils entendaient un signal sonore (placé après les interférences ou les items français correspondants). Les résultats du questionnaire de compréhension montrent que les monolingues ont plus de peine que les bilingues à comprendre des textes contenant des interférences et que les bilingues semblent à l'aise quel que soit le type de texte. L'analyse des temps de réaction, elle, ne donne pas de résultats significatifs : la tâche expérimentale utilisée ne semble donc pas permettre l'étude des opérations sous-jacentes à la compréhension des interférences.

1. Introduction

De nombreux chercheurs ont abordé le domaine du bilinguisme et de la personne bilingue. Le degré d'aisance dans chacune des langues a été le critère principal pour certains comme Haugen (1969) et Macnamara (1967), alors que d'autres, dont Grosjean (1982), ont mis l'accent sur l'utilisation régulière des deux langues. Nous retenons le point de vue de ces derniers et définissons le bilinguisme comme l'utilisation régulière de deux (ou plusieurs) langues, et le bilingue comme une personne qui emploie régulièrement deux langues indépendamment du degré de maîtrise de celles-ci.

Dans ses activités quotidiennes, le bilingue se déplace le long d'un continuum de communication (Grosjean, 1982). A l'un des bouts du continuum, le bilingue est dans une situation de communication

monolingue, c'est-à-dire qu'il aura affaire à des personnes monolingues ne connaissant pas, ou peu, l'autre langue. A l'autre extrémité, le bilingue se trouve dans une situation de communication bilingue, c'est-à-dire que ses interlocuteurs seront également des personnes bilingues maîtrisant les mêmes langues que lui. Par convention, on se réfère aux deux extrémités de ce continuum, mais de nombreuses situations intermédiaires existent. Quelle que soit la situation, même monolingue, il est très difficile, voire impossible, de désactiver complètement l'autre langue.

En situation monolingue, cette non-désactivation se manifeste par les *interférences*, c'est-à-dire, selon Grosjean (1987) "*les influences involontaires et/ou accidentelles d'une langue sur l'autre*". Les interférences peuvent apparaître à tous les niveaux du langage (phonétique, phonologique, lexical, syntaxique, sémantique et prosodique), dans l'oral comme dans l'écrit, comme par exemple :

- au niveau phonologique, lorsque un locuteur suisse-allemand a un accent, on pourra l'entendre dire au sujet d'un bébé: "Quel *choli pépé*";

- au niveau lexical, un mot ou une expression peuvent être traduits dans l'autre langue et on pourra rencontrer une phrases comme : "C'est mieux d'aller aux toilettes ici plutôt qu'au théâtre, car ici il n'y a pas de *serpent*" (provenant de l'expression allemande "Vor dem Klo gibt es eine Schlange" signifiant qu'il y a une queue (serpent) devant les cabinets).

En situation de communication bilingue, bien qu'ayant, la plupart du temps, une langue de base définie, les locuteurs auront recours à l'autre langue s'ils en ont besoin et si l'environnement psychologique le permet. Ils ont alors deux possibilités :

1) l'alternance codique (ou "code-switch") qui est le passage d'une langue à l'autre, en conservant les caractéristiques respectives de chaque langue dans les énoncés. On entendra, par exemple :
"Papa hat mir gesagt : *Si tu ne te dépêches pas, je pars sans toi*".

2) l'emprunt qui est un mot ou une courte expression adapté phonologiquement et morphologiquement à la langue parlée. On rencontrera, par exemple :
"Ich *debrouilliere* mich jetzt sehr gut in der Küche" (où le verbe "se débrouiller" a été adapté à l'allemand).

Si on regarde ce que la psycholinguistique offre comme travaux sur le bilingue, on voit qu'elle n'en est encore qu'à ses débuts dans ce domaine. Ces trente dernières années ont surtout été consacrées à certains aspects qui paraissent actuellement moins importants tels que la discussion du lexique ou les distinctions entre bilinguisme coordonné, composé ou subordonné. On a fait de la psycholinguistique "off-line", c'est-à-dire que l'on s'est principalement occupé des opérations qui ont lieu une fois le traitement immédiat, en temps réel, terminé (Grosjean, 1982).

On s'est beaucoup moins intéressé aux aspects tels que les mécanismes sous-jacents à l'alternance codique, au traitement immédiat de l'information perçue (exemples : identification des sons, reconnaissance des mots, etc.). Nous avons en fait très peu d'informations sur l'utilisation en temps réel du langage par le bilingue pendant les processus de production, de perception ou de construction de l'énoncé. Quelques recherches ont été faites en situation de communication bilingue, mais aucune ne porte sur la compréhension des interférences.

Nous tenterons, dans notre recherche, de mieux comprendre l'effet des interférences sur la perception et la compréhension chez les monolingues et chez le bilingues. De plus, nous essayerons d'obtenir des informations sur les opérations sous-jacentes en utilisant une tâche en temps réel. Trois questions sous-tendent l'étude :

1) La compréhension d'un énoncé est-elle affectée lorsque celui-ci contient des interférences ?
2) Cela dépend-il du type d'auditeur, monolingue ou bilingue ?
3) L'étude du traitement en temps réel d'un énoncé contenant des interférences peut-elle nous offrir un éclairage sur les opérations sous-jacentes chez les deux types d'auditeurs ?

Pour répondre à la première question, nous présenterons à des sujets deux versions d'un même texte français, l'une ne contenant aucune interférence alors que l'autre sera parsemée d'interférences suisse-allemandes.

Pour traiter la deuxième question, nous présenterons les textes aussi bien à des personnes monolingues qu'à des personnes bilingues français / suisse-allemand et nous comparerons leurs résultats.

Pour résoudre la troisième question, nous introduirons dans les textes un signal sonore à divers endroits cruciaux du texte, c'est-à-dire après les interférences dans les versions contenant des interférences ou après les items français correspondants dans les versions sans interférences. Les sujets devront repérer aussi rapidement que possible les signaux sonores tout en cherchant à comprendre ce qu'ils entendent. Nous mesurerons leurs temps de réaction. Notre objectif est de chercher à montrer qu'il existe une relation entre la vitesse de réaction au signal sonore et la difficulté de compréhension du sujet à ce point-là du texte. Nous prévoyons que les auditeurs monolingues auront des difficultés de compréhension lorsqu'ils entendront des interférences et qu'ils manifesteront donc des temps de réaction plus longs aux signaux sonores, alors que les bilingues ne devraient pas être ralentis par le traitement des interférences. Tous les détails concernant cette étude (méthode, analyse des résultats et discussion) pourront être trouvés dans Guillelmon (1991).

2. Méthode

Sujets : 28 sujets volontaires, n'ayant pas de perte auditive ni de traitement médical ralentissant leurs réflexes, ont pris part à l'expérience. Un questionnaire biographique et linguistique leur a été donné à remplir. Cela a permis de répartir les sujets en 2 groupes distincts. 1) 12 sujets monolingues, français, habitant Lyon, n'ayant aucune connaissance de l'allemand ni du suisse-allemand. 2) 16 sujets bilingues suisse-allemand / français qui utilisent quotidiennement ces deux langues.

Matériaux : Divers types de matériaux ont été élaborés :

Les bandes sonores : Il s'agit de textes enregistrés sur une cassette audio que l'on fera entendre aux sujets. Nous avons procédé en trois temps : (a) la préparation des textes, (b) l'enregistrement de ceux-ci, (c) l'insertion du signal sonore.

(a) La préparation des textes : Nous avons construit deux textes d'environ cent mots, chacun contenant sept interférences réparties de façon plus ou moins régulière dans les textes. Nous avons choisi des interférences suisse-allemandes dont la forme française est équivalente en longueur (p. ex. "roman criminel" pour "roman policier"). La majorité des interférences des deux textes porte sur des mots et des expressions idiomatiques, le reste sur la syntaxe. On obtient ainsi deux textes "avec interférences"(In) et deux textes "français" (Fr) leur correspondant.

(b) L'enregistrement des textes : Nous avons demandé à une personne bilingue suisse-allemand / français, parlant les deux langues sans accent, de lire ces quatre textes en français en prenant un accent.

(c) L'insertion du signal sonore : Une fois les enregistrements effectués, nous les avons digitalisés à l'aide du système MacRecorder. On insérait un signal sonore (fréquence : 1000 Hertz, durée : 200 msec.) à la fin acoustique de chaque interférence (ou du terme français correspondant). Ces textes, ainsi modifiés, ont ensuite été transférés de l'ordinateur sur une cassette audio.

Les questionnaires de compréhension : Pour chacun des deux types de textes, nous avons établi une liste de cinq questions, quatre questions factuelles et une question d'inférence.

Le test de fréquence : Nous avons constitué une liste de toutes les interférences apparaissant dans les textes. En face de chacune d'elles s'échelonnaient les chiffres de 1 à 7, 1 signifiant "Jamais" et 7 "Très souvent". Il s'agissait, pour le sujet, d'estimer la fréquence (sur l'échelle de 1 à 7) à laquelle les gens autour de lui produisent, dans leur vie quotidienne, ces interférences.

Le questionnaire biographique : Ce questionnaire a été constitué afin de s'assurer que tous les sujets appartenaient bien au groupe monolingue ou au groupe bilingue. Outre l'âge, la profession et les langues utilisées, on désirait également obtenir des indications sur les compétences linguistiques de ces langues, surtout sur la compréhension, mais également sur la production orale, l'écriture et la lecture.

Procédure : Le sujet commençait par remplir le questionnaire biographique. Puis on lui soumettait par écrit les instructions quant à la suite de la procédure et on les lui réexpliquait oralement. On faisait alors entendre au sujet un texte. Tout en cherchant à comprendre ce texte qui lui était soumis, sachant qu'on lui poserait des questions à ce propos, le sujet devait repérer les signaux sonores et appuyer sur un bouton dès qu'il les percevait. A la fin de chaque texte, on présentait au sujet les questions s'y rapportant.

Après avoir entendu une fois chacun des quatre textes (première présentation), on les repassait une deuxième fois dans le même ordre (deuxième présentation) en demandant au sujet de réagir à nouveau aux signaux sonores et de tenter de comprendre encore mieux les textes afin de compléter ses réponses. Puis, le sujet remplissait le test de fréquence.

Analyse des données : Les questionnaires de compréhension : Les réponses des sujets, pour pouvoir être traitées statistiquement, ont dû être converties en nombres. Pour chaque sujet, nous avons réuni les valeurs concernant les textes en français standard lors de la première présentation ou de la seconde présentation du texte et avons calculé la moyenne. Nous avons procédé de même pour les textes avec interférences. Nous avons alors regroupé les moyennes obtenues par tous les sujets en tableaux et les avons soumises à des analyses statistiques (un test t apparié et deux analyses de variance).

Les temps de réaction : Les temps de réaction des sujets ont été soumis à deux sortes d'analyses différentes. Lors de la première, nous avons procédé au remplacement des valeurs extrêmes. Pour chaque sujet, nous avons procédé au calcul des moyennes par type de texte (Fr ou In) et par présentation (1 ou 2). Puis nous avons calculé les moyennes sur l'ensemble des sujets selon les types de textes et les présentations. Ces données ont alors été regroupées et soumises à une analyse de variance.

Lors de la deuxième analyse, nous avons analysé les écarts-types, c'est-à-dire la tendance de dispersion des temps de réaction. Nous avons calculé, pour chaque sujet, l'écart-type portant sur les textes en français standard et celui portant sur les textes avec interférences. Nous avons regroupé ces valeurs en tableaux et avons procédé à une analyse de variance.

Le test de fréquence : Les valeurs obtenues lors de ce test pouvaient varier entre 1 et 7 selon l'échelle d'évaluation qui avait été proposée aux sujets. Nous avons reporté ces résultats sur une grille où, pour chaque interférence proposée, nous avons noté les résultats de chaque sujet en fonction de son groupe d'appartenance (monolingue ou bilingue). Nous avons alors appliqué pour les valeurs de chaque interférence, un test t non-apparié entre les résultats des monolingues et des bilingues. De plus, nous avons calculé la moyenne globale des valeurs données aux interférences par les bilingues et,

BEST COPY AVAILABLE

avec un test t non-apparié, l'avons comparée à la moyenne globale fournie par les monolingues.

3. Résultats et discussion

Les résultats des questionnaires de compréhension

Etant donné que les résultats aux questions étaient significativement différentes lors de la première et la deuxième présentation ($t = 11.08$, $p<0,001$ et $t = 7.97$, $p<0,001$ pour chacun des deux textes), nous avons procédé à deux analyses distinctes, selon qu'il s'agit de la première ou de la seconde présentation des textes.

1) Première présentation des textes

La Figure 1 montre la moyenne des résultats de compréhension obtenus lors de la première présentation des textes en fonction du type de texte et des sujets, bilingues ou monolingues.

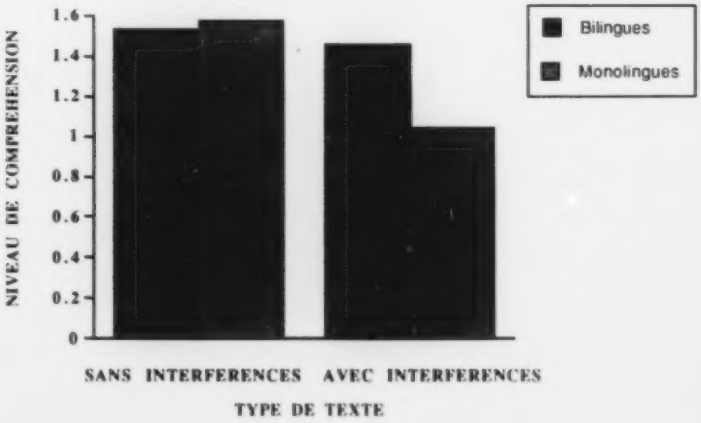


Figure 1 : Niveau moyen de compréhension des sujets bilingues et monolingues lors de la première présentation des deux types de textes - sans interférences et avec interférences

Pour les textes sans interférences, on observe que le niveau moyen de compréhension des bilingues, barre noire, est de 1,53 et celui des monolingues, barre grisée, de 1,57 (le maximum étant de 2). Quant aux textes avec interférences, barres de droite, on remarque que le niveau de compréhension moyen chez les bilingues est de 1,46 et celui des monolingues de 1,04. A première vue, les monolingues semblent comprendre les textes sans interférences aussi bien que les bilingues, mais avoir plus de peine avec les textes contenant des interférences.

Une analyse de variance montre qu'un effet de texte existe, c'est-à-dire que les deux types de textes sont compris par les sujets de manière significativement différente : 1,55 pour les textes sans interférences et 1,28 pour ceux avec interférence ($F(1,26) = 22,78$, $p<0,001$). Bien qu'un effet de groupe n'existe pas (1,49 pour les bilingues et 1,30 pour les monolingues ($F(1,26) = 3,50$ NS)), nous trouvons une interaction ($F(1,26) = 15,75$, $p<0,001$). Cela signifie que le comportement des groupes est différent selon la nature du texte. En effet, alors que les deux groupes obtiennent les mêmes résultats pour les textes en français standard d'après le test post-hoc Tukey (1,53 et 1,57, NS), ils se distinguent de façon significative par leurs scores lors des textes avec interférences (1,46 et 1,04, $p<0,001$). On constate encore que les résultats du groupe bilingue pour les textes sans et avec interférences sont identiques statistiquement (1,53 et 1,46, NS), alors que ceux du groupe monolingue sont différents pour ces mêmes textes (1,57 et 1,04, $p<0,001$). Les monolingues ont donc plus de peine avec les textes contenant des interférences.

De cette analyse statistique, nous concluons que les bilingues et les monolingues comprennent les textes français de la même manière, mais que les monolingues ont beaucoup plus de mal avec les textes qui contiennent des interférences.

2) Deuxième présentation des textes

Sur la Figure 2, à la page suivante, nous présentons la moyenne des résultats de compréhension obtenus lors de la seconde présentation des textes en fonction du type de texte et des groupes de sujets, bilingues ou monolingues.

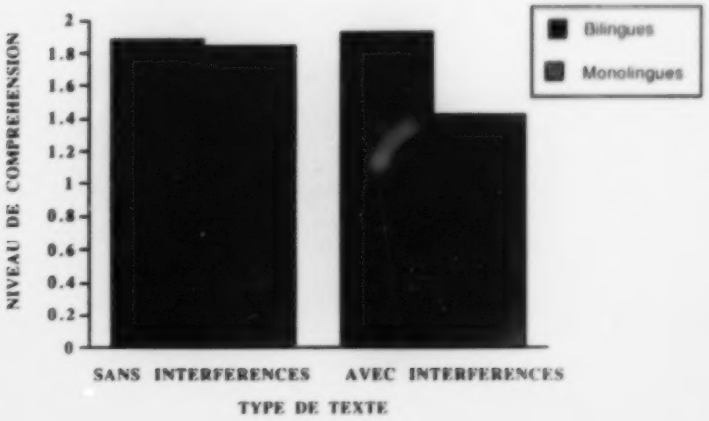


Figure 2 : Niveau moyen de compréhension des sujets bilingues et monolingues lors de la deuxième présentation des deux types de textes - sans interférences et avec interférences

En observant cette figure, on remarque qu'elle ressemble beaucoup à la figure précédente, si ce n'est que toutes les valeurs sont augmentées. Comme on pouvait s'y attendre, une deuxième écoute produit donc une amélioration de la compréhension des sujets. On remarque que le niveau moyen de compréhension pour les textes sans interférences des bilingues, barre noire, est de 1,88 et celui des monolingues, barre grisée, de 1,84 (le maximum étant de 2). Quant aux textes avec interférences (barres de droite), le niveau de compréhension moyen chez les bilingues est de 1,92 et celui des monolingues de 1,42. En regardant le graphique, il semble que les monolingues comprennent les textes sans interférences aussi bien que les bilingues, mais qu'ils continuent à avoir plus de peine à comprendre les textes avec interférences que les bilingues. Par contre, les bilingues semblent à l'aise quel que soit le type de texte.

Une analyse de variance nous permet de vérifier ces constatations. Elle montre qu'un effet de texte existe, puisque les deux types de textes sont compris par les sujets de manière significativement différente : 1,86 pour les textes sans interférences et 1,70 pour les textes avec ($F(1,26) = 26,36$, $p<0,001$). Nous obtenons cette fois-ci aussi un effet de groupe,

dans la mesure où la compréhension de l'ensemble des textes par les bilingues et les monolingues diffère significativement : 1,89 pour les bilingues et 1,63 pour les monolingues ($F(1,26) = 19,67$, $p<0,001$).

L'interaction est à nouveau significative ($F(1,26) = 57,45$, $p<0,001$) et montre que le comportement des groupes est différent selon la nature du texte. En effet, en employant le test post-hoc Tukey, on constate que les deux groupes obtiennent les mêmes résultats pour les textes en français standard (1,88 et 1,84, NS), alors qu'ils se distinguent de façon significative lors des textes avec interférences (1,92 et 1,42, $p<0,001$). On constate aussi que les résultats du groupe bilingue pour les textes sans et avec interférences sont identiques statistiquement (1,92 et 1,88, NS), alors que ceux du groupe monolingue sont différents pour ces mêmes textes (1,84 et 1,42, $p<0,001$). Les bilingues n'ont donc pas de problèmes de compréhension quel que soit le type de texte, alors que les monolingues ont plus de peine avec les textes qui contiennent des interférences. De cette analyse statistique, nous concluons que, lors de la seconde présentation, les textes avec interférences sont à nouveau moins bien compris par les monolingues que par les bilingues. Le fait d'écouter ces textes une deuxième fois améliore certes la compréhension des sujets monolingues, mais pas au point d'atteindre le niveau des textes sans interférences. Une fois encore, le monolingue butte sur des expressions qui ne lui sont pas familières et auxquelles il ne parvient pas entièrement à donner du sens, car la langue dont les interférences proviennent lui est inconnue. La compréhension du texte ne peut donc être aussi bonne que celle d'un texte ne contenant pas d'interférences. Le bilingue, par contre, parvient à identifier aisément le sens des divers textes et n'est pas gêné par les interférences, puisqu'il connaît les deux langues qui constituent les énoncés.

Les résultats de la mesure des temps de réaction

Par un test t apparié que nous avons appliqué d'une part aux textes avec interférences et d'autre part aux textes en français standard, nous avons constaté qu'il n'existe pas de différence significative entre la première et la seconde présentation. Nous avons alors regroupé l'ensemble des données. Une analyse de variance indique qu'il n'existe aucun résultat significatif, mais seulement une tendance des bilingues à réagir plus rapidement que les monolingues.

Suite à cette analyse, nous avons décidé de nous intéresser aux valeurs extrêmes des temps de réaction dont nous n'avions pas tenu compte. Cette analyse montre que la variabilité des temps de réaction dépend du groupe d'appartenance du sujet. Globalement, les monolingues ont une plus grande variabilité que les bilingues; cela est dû surtout aux textes avec interférences, mais cette différence n'est pas tout à fait significative. Une explication possible semble être que les sujets sont pris de court par certaines interférences, ce qui retarde leur temps de réaction et provoque ainsi des valeurs très élevées.

Les résultats du test de fréquence

Pour chaque interférence, nous avons calculé la valeur moyenne (pouvant varier entre 1 et 7) donnée par les sujets monolingues et les sujets bilingues, puis nous avons appliqué un test t non apparié. Sur les quatorze interférences présentées, six d'entre elles ont des différences significatives alors que les autres n'en ont pas, certaines étant presque significatives. Les bilingues ont donc l'impression, pour certaines interférences, de les avoir entendu significativement plus souvent que les monolingues.

Nous avons ensuite calculé les moyennes des valeurs indiquées par chaque sujet, bilingue ou monolingue, pour toutes les interférences proposées. Enfin, nous avons de nouveau appliqué un test t non-apparié entre les bilingues et les monolingues. Le test était significatif ($t = 3,25$, $p<0,01$). De façon générale, les bilingues ont donc l'impression d'avoir entendu significativement plus souvent les interférences qui leur étaient proposées que les monolingues.

Nous en concluons que pour les bilingues ces interférences semblent généralement plus fréquentes que pour les monolingues. Lorsqu'on leur présente une interférence, ils ont probablement accès à leurs systèmes internes (lexiques, syntaxes) qui confirment qu'elle peut exister, ce qui les amène à penser qu'ils l'ont peut-être déjà entendue. Malgré tout, ces expressions ne sont pas considérées comme très fréquentes.

4. Discussion générale

A l'aide des divers résultats analysés et discutés dans la partie précédente, nous allons essayer de répondre aux trois questions qui sous-tendaient l'ensemble de notre étude. Nous allons traiter les deux premières questions de façon simultanée, car elles sont liées. L'analyse du questionnaire de compréhension nous a donné des informations utiles concernant les types d'auditeurs ainsi que l'influence d'interférences sur la compréhension. Ainsi, nous pouvons affirmer que la présence d'interférences dans un énoncé peut effectivement affecter la compréhension de celui-ci. C'est le cas lorsque l'auditeur est une personne monolingue. Cela est certainement dû au fait que le monolingue ne connaît pas la langue de provenance des interférences. Sa propre langue ne lui permet pas complètement de compenser ce manque, et l'énoncé avec interférences est alors moins bien compris que celui qui n'en contient pas.

Par contre, le bilingue, dans une situation de communication bilingue, n'a aucun problème de compréhension des énoncés avec interférences. Une analyse statistique montre d'ailleurs que sa compréhension est équivalente pour des énoncés avec ou sans interférences. Même s'il semble normal que le bilingue comprenne ces deux types d'énoncés, il ressort de notre étude que le bilingue parvient parfaitement à utiliser ses deux langues pour traiter un énoncé dans lequel il trouve des expressions des deux langues. Il ne semble pas gêné par la cohabitation de ses deux langues, et il peut même les employer pour comprendre des énoncés auxquels des monolingues ont de la peine à accéder. De plus, le bilingue comprend aussi bien que le monolingue des énoncés qui sont constitués uniquement d'éléments provenant d'une seule langue.

Pour répondre à la troisième question, nous avons demandé aux sujets de réagir à la perception d'un signal sonore lors de l'écoute de textes. Nous avons constaté que les temps de réaction des sujets ne se modifient pas, quel que soit le type de texte présenté. Mais, parallèlement, le niveau de compréhension chez les monolingues est affecté par les textes contenant des interférences. Ces considérations nous amènent à supposer que la mesure utilisée en temps réel, soit la réaction à un signal sonore, porte sur une tâche qui peut se faire de façon assez indépendante de la tâche de perception et de compréhension linguistique. Réagir à un signal

sonore de 200 msec et de 1000 Hz n'est pas affecté par ce qui se passe en compréhension, les temps de réaction étant tous identiques. La perméabilité entre le canal de traitement linguistique et celui de perception du signal sonore demeure solide. Il semblerait donc qu'il soit possible d'avoir deux activités en même temps, pour autant qu'elles n'utilisent pas les mêmes canaux d'accès, ce qui était le cas dans notre étude. La tâche en temps réel que nous avons proposée aux sujets ne permet donc pas d'étudier les opérations sous-jacentes à la compréhension. De nombreuses autres études seront encore nécessaires pour parvenir à les déterminer.

5. Bibliographie

GROSJEAN, F. (1982): *Life with two languages: An Introduction to Bilingualism*, Cambridge, Mass./London, Harvard University Press.

GROSJEAN, F. (1987): "Vers une psycholinguistique de parler bilingue", in: LUDI, G. (Ed.), *Devenir bilingue - parler bilingue*, Tübingen, Niemeyer.

GUILLELMON, D. (1991): *Le traitement du langage chez le bilingue : étude de la compréhension des interférences*, Mémoire de Diplôme en Orthophonie, Faculté des Lettres, Université de Neuchâtel.

HAUGEN, E. (1969): *The Norwegian Language in America: A Study in Bilingual Behavior*, Bloomington, Indiana University Press.

MACNAMARA, J. (1967): "The bilingual's linguistic performance: A psychological overview", *Journal of Social Issues*, 23, 59-77.

L'influence de la langue de base dans la perception des alternances codiques : le cas de la consonne initiale du mot

Kathrin Handschin

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier l'influence de la langue de base sur la perception des alternances codiques en parler bilingue. Nous avons construit un continuum acoustique de 18 éléments dont les extrémités étaient "thé" français et "Tee" allemand. Ces stimuli ont ensuite été présentés soit à la fin d'une phrase française soit à la fin d'une phrase allemande équivalente. La tâche des sujets, bilingues suisse-allemand/français, était d'identifier le dernier mot de chaque phrase. Les résultats ont montré que la langue de base peut produire soit un effet de contraste, soit un effet d'assimilation, soit aucun effet. Nous terminons en proposant une explication de ces différents résultats.

1. Introduction

Lorsque les bilingues discutent entre eux, leur parler est souvent caractérisé par des changements de langue momentanés que l'on désigne sous le terme d'alternances codiques. Bien qu'étudiés de manière approfondie au niveau linguistique et sociolinguistique, ces éléments et leur traitement ont fait l'objet de peu de recherche dans le domaine de la psycholinguistique.

L'étude qui a inspiré en premier ce travail est celle de Grosjean & Soares (1986). Les auteurs y ont examiné l'influence qu'exercent deux facteurs sur l'identification de la langue des alternances codiques : la spécificité des phonèmes que contient cette alternance et l'influence de la langue de base. Ils ont trouvé que la langue de base peut influencer de manière opposée la perception de ces alternances : elle peut soit les assimiler (les éléments sont alors catégorisés comme appartenant à la langue de base) soit les repousser (sous l'effet du contraste créé par la langue de base, les alternances sont perçues comme appartenant à l'autre langue).

Afin de mieux comprendre ces effets, nous avons décidé d'utiliser une approche bien connue en perception de la parole, à savoir l'identification d'éléments issus d'un continuum acoustique. Nous voulions savoir si la langue de base a une influence sur la perception de sujets bilingues lorsque ceux-ci entendent des stimuli en provenance d'un continuum qui chevauche deux langues et qui contient donc de nombreux éléments ambigus. Nous nous sommes posé les deux questions suivantes :

- Est-ce que la perception d'un élément ambigu est influencée par la langue de base ?
- S'il y a une influence, se reflète-t-elle par un effet de contraste ou un effet d'assimilation ?

Nous avons pris pour modèle l'étude de Bürki-Cohen, Grosjean & Miller (1989) qui se sont basés, en partie au moins, sur l'expérience de Liberman & al. (1957), la première à montrer que la perception de la parole est caractérisée par un phénomène qui sera appelé plus tard "perception catégorielle" (voir les articles de Klose et Lambert-Dutoit dans ce même numéro). Bürki-Cohen & al. (1989) ont d'abord vérifié que l'on pouvait reproduire le phénomène de perception catégorielle lorsqu'on se servait d'un continuum inter-langues et non intra-langue. Ensuite, ils ont étudié l'effet de la langue de base sur cette catégorisation et ont pu montrer qu'elle peut influencer la perception d'une alternance codique. En effet, ils ont trouvé un effet de contraste pour les éléments du continuum "ré-ray" (comme l'avaient suggéré Grosjean & Soares (1986) quelques années auparavant) mais aucun effet pour ceux tirés du continuum "dé-day".

Il existe, en fait, trois influences possibles de la langue de base sur les éléments ambigus d'un continuum :

1. La langue de base sert de contraste. Les sujets identifient davantage d'éléments ambigus comme étant des alternances codiques. Ainsi, dans le cadre d'un continuum allemand-français, les stimuli ambigus seront perçus comme étant allemand dans un contexte français et comme étant français dans un contexte allemand.

2. La langue de base assimile les éléments ambigus. Les sujets identifient les éléments ambigus comme appartenant à la langue de base. Dans un contexte français, ces éléments seront identifiés comme étant

français et dans un contexte allemand, ils seront perçus comme étant allemand.

3. La langue de base n'exerce aucune influence sur la perception des éléments ambigus. Les sujets les identifient dans les deux contextes de la même façon.

Dans cette étude, nous avons voulu examiner quelle influence, parmi ces trois, affecterait le plus les éléments d'un nouveau continuum interlangues. Pour atteindre ce but, nous avons construit un continuum français-allemand ("thé-Tee") que nous avons présenté à des sujets bilingues allemand/français. Nous espérions découvrir un effet d'assimilation - la seule influence absente des résultats de l'étude de Bürki-Cohen & al. (1989) - mais étions prêts également à trouver les deux autres effets mentionnés ci-dessus.

2. Méthode

Sujets : Vingt-deux bilingues (allemand/français) ont passé l'expérience. Chaque sujet se servait régulièrement de ses deux langues dans la vie de tous les jours. Ses compétences langagières répondaient pleinement aux exigences communicatives de son environnement qui, selon la situation, nécessitait l'utilisation de l'une, de l'autre ou des deux langues à la fois. Puisque les sujets n'étaient pas forcément des bilingues équilibrés, nous avons tâché de choisir des personnes dont la langue dominante était l'allemand et d'autres dont la langue dominante était le français. L'âge des sujets était variable, de même que leur profession.

Matériaux : Dans le but de dévier aussi peu que possible de l'expérience de Bürki-Cohen & al. (1989) nous avons choisi la paire de mots "thé" (français) et "Tee" (allemand). Ils se différencient sur au moins trois variables :

i) Le degré de VOT ("voice onset time") : La consonne "t" du mot allemand est plus forte, plus aspirée et plus longue que celle du mot français. Sa longueur est mesurée par le VOT, à savoir, le délai entre la fin du silence d'occlusion et le début du voisement.

ii) La longueur de la voyelle : La voyelle du mot allemand est plus longue que celle du mot français.

iii) L'accentuation de la voyelle : La voyelle allemande est accentuée, celle du français l'est moins. Cela est dû, au moins partiellement, au fait que la prosodie n'est pas la même dans les deux langues.

Les deux phrases que nous avons retenues pour servir de contexte aux mots sont les suivantes : "Nachher möchten wir einen Tee" et "Après nous aimerions un thé". Elles offrent les caractéristiques suivantes : a) elles ont une signification identique ; b) elles sont assez longues afin de permettre au contexte d'avoir un effet ; c) elles comportent le même nombre de syllabes en allemand et en français ; d) les mots stimuli ("thé" et "Tee") occupent la même position dans les deux phrases.

Ces phrases ont été lues et enregistrées en studio, chacune à dix reprises, par six voix différentes. Elles ont ensuite été échantillonnées à 10kHz et digitalisées à l'aide du MacSpeech Lab, système de traitement acoustique de l'onde sonore. Le lecteur qui a prononcé le mieux les phrases dans les deux langues a été retenu et ses productions ont été mesurées. Pour chaque groupe de dix phrases, celle qui présentait les caractéristiques temporelles les plus proches de la moyenne du groupe a été retenue. Cette sélection a donc permis d'isoler les deux phrases "Nachher möchten wir einen Tee" et "Après nous aimerions un thé" qui ont servi dans la suite de l'expérience.

Trois règles ont été observées lors de la construction du continuum :

- élaborer un continuum comportant un nombre d'étapes suffisamment grand afin de pouvoir observer un éventuel glissement de la frontière catégorielle ;

- obtenir des réalisations claires et non ambiguës de chacune des deux extrémités du continuum : "thé" et "Tee";

- respecter autant que possible les contraintes de production orale (en concevant des étapes intermédiaires caractérisées par des altérations acoustiques physiologiquement plausibles).

Le premier élément du continuum, l'élément 0, est tout simplement le mot français "thé" extrait de la phrase française. Les autres éléments sont des hybrides obtenus en remplaçant, par segments de longueur croissante, le début du mot "thé" par le début du mot "Tee" (le reste de l'élément provenant du mot français). A chaque étape, 5 msec de "thé" étaient remplacées par 10msec de "Tee", et ce afin de respecter la longueur intrinsèquement différente des deux mots. Afin d'éviter toute rupture brutale dans le signal, la concaténation des segments a été pratiquée en coupant l'onde sonore à l'endroit où la période passe par zéro.

Nous avons procédé de la sorte jusqu'à l'élément 13. Pour les trois éléments suivants (14-17), nous n'avons plus pu ôter des segments du français car nous étions arrivés à un point où la voyelle française commençait à perdre de l'amplitude. Ajouter un "ee" plutôt fort à un "é" trop faible aurait provoqué une rupture perceptive artificielle. C'est pourquoi nous n'avons plus diminué la partie française et avons simplement continué à ajouter 5msec d'allemand. Le dernier élément (le 18ème) comporte 51% d'allemand ce qui suffit pour qu'il soit perçu comme étant totalement allemand.

Une fois les 18 éléments du continuum préparés, nous les avons réinsérés dans les deux phrases contextuelles. Les deux séries de 18 phrases ainsi constituées - une pour l'allemand, l'autre pour le français - ont ensuite été enregistrées sur bande magnétique, et ce dix fois en tout. Les phrases étaient présentées dans un ordre aléatoire à l'intérieur de chaque série.

Procédure : Nous avons présenté les deux séries de phrases expérimentales à nos sujets bilingues. Chaque sujet a assisté à deux séances, une pour chaque langue. Entre les séances, il y avait une pause d'environ une semaine. Les instructions étaient données oralement dans la langue que nous utilisions normalement dans nos conversations avec les sujets pour que la situation soit aussi naturelle que possible.

Pour chaque phrase, les sujets avaient à indiquer s'ils entendaient "thé" ou "Tee" et, de plus, devaient donner un degré de confiance (échelle de 1 à 6, où 1 correspond à un "Tee" clairement allemand et 6 à un "thé" clairement français).

Analyse des données : Pour chaque sujet, nous avons tracé le pourcentage de réponses "thé" français en fonction de la quantité d'allemand dans le mot et cela pour les deux conditions contextuelles : allemande et française. Un examen attentif de chaque courbe nous a obligé à éliminer 6 sujets qui, pour des raisons diverses (non compréhension de la tâche, absence de perception catégorielle, etc.), n'ont pu présenter des données analysables. Deux mesures ont été retenues pour chacun des 16 sujets restants :

1. Le pourcentage de réponses "thé" français pour chaque élément du continuum.

2. L'emplacement de la frontière perceptive. Celle-ci a été calculée de la manière suivante. Nous avons d'abord choisi les points à utiliser dans le calcul de la frontière, à savoir, le dernier point avant la chute de la courbe, les points faisant partie de cette chute et le premier point de l'état stable après la chute. Nous avons ensuite calculé la droite de régression de Y (pourcentage d'identification de "thé" français) en X (quantité d'allemand dans l'élément) pour ces points. Ensuite, en nous basant sur l'équation de régression, nous avons calculé la valeur de X' lorsque Y était 50%. Cela nous a donné l'emplacement de la frontière perceptive (en msec). Deux valeurs ont été obtenues pour chaque sujet : l'un pour le contexte allemand et l'autre pour le contexte français.

3. Résultats

L'emplacement de la frontière perceptive est similaire pour les deux contextes : 85 msec en contexte allemand et 88 msec en contexte français (différence non significative). A première vue, donc, nous obtenons avec le continuum français-allemand "thé-Tee" le même type de résultat que Bürki-Cohen & al. avec le continuum français-anglais "dé-day", à savoir, aucun effet de la langue de base sur la perception des éléments ambigus du continuum. Cependant, un examen attentif des courbes individuelles nous a permis de découvrir trois catégories de sujets : ceux qui ne montrent aucun effet, ceux qui montrent un effet de contraste et ceux qui montrent un effet d'assimilation. Ce sont ces résultats individuels que nous analysons ci-dessous.

1. Groupe "Pas d'effet" : Dans ce groupe de neuf sujets, les frontières dans les deux contextes ne sont jamais séparées par +/- 10 msec.

2. Groupe "Effet contraste" : Quatre sujets obtiennent des différences de - 10 msec ou davantage entre la frontière du contexte allemand et celle du contexte français (les courbes de l'allemand sont donc à droite des courbes du français).

3. Groupe "Effet assimilation" : Trois sujets montrent une différence de +10 msec ou davantage entre la frontière du contexte allemand et celle du

contexte français (la frontière de l'allemand étant à gauche de la frontière du français).

La Figure 1 (page suivante) nous montre les résultats de ces trois groupes. Chaque graphe représente le pourcentage de réponses "thé" français en fonction de la quantité d'allemand dans le mot. Les carrés représentent le contexte allemand et les cercles le contexte français. Pour le groupe "Pas d'effet" (graphe du haut), nous voyons bien le chevauchement des deux courbes et l'emplacement identique de la frontière perceptive. Pour le groupe "Effet contraste" (graphe du milieu), la courbe qui représente la perception en contexte allemand est clairement à droite de celle qui reflète la perception en contexte français. Enfin, pour le groupe "Assimilation" (graphe du bas), la courbe du contexte allemand est cette fois-ci à gauche de celle du contexte français, montrant ainsi un effet d'assimilation.

Comment expliquer ces trois types de résultats ?

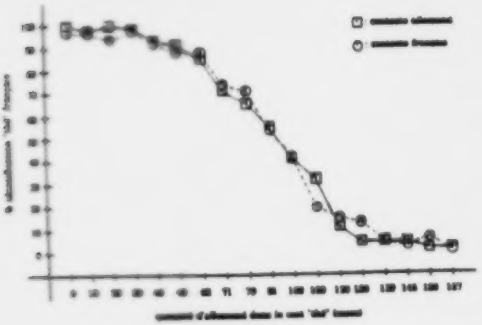
Groupe "Pas d'effet" : Deux raisons peuvent rendre compte du manque d'effet de la langue de base sur la perception des éléments ambigus.

1. Les sujets ne prennent en considération que l'élément en question et non le contexte qui le précède ; il ne peut donc pas y avoir un effet de contexte. Cette explication est d'autant plus plausible que nous avons affirmé aux sujets que ce n'était que le mot "thé/Tee" qui changeait. Ils n'avaient donc plus lieu de se concentrer sur l'ensemble de la phrase.

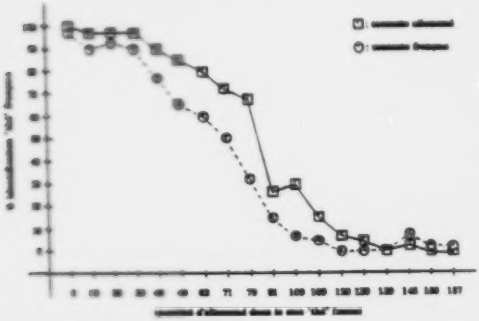
2. Il se pourrait qu'il existe un effet de contraste dans un des contextes et un effet d'assimilation dans l'autre. Une telle répartition des effets ne se refléterait pas par un mouvement visuel des frontières. Puisque ce sera toujours la même langue à laquelle seront attribués plus d'éléments, la frontière perceptive se situera automatiquement les deux fois au même endroit.

Groupe "Contraste" : Les sujets qui font partie de ce groupe jugent le mot toujours par rapport au contexte. Une toute petite différence de l'élément ambigu est "grossie" par cette comparaison, et il est catégorisé comme appartenant à l'autre langue. Par conséquent, les sujets de ce groupe mettent l'accent sur la différence entre le contexte et l'élément.

GROUPE "PAS D'EFFET" (n = 9)



GROUPE "EFFET CONTRASTE" (n = 4)



GROUPE "ASSIMILATION" (n = 3)

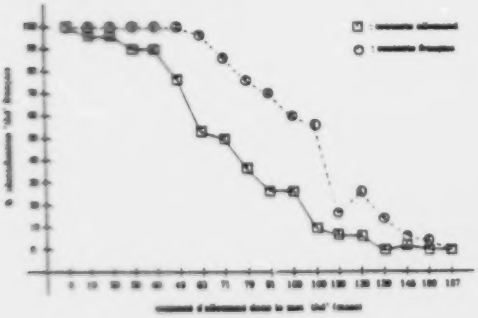


FIGURE 1 LES COURBES D'IDENTIFICATION DES TROIS GROUPES DE SUJETS

BEST COPY AVAILABLE

Groupe "Assimilation" : Pour les sujets de ce groupe, le contexte sert à activer une langue donnée ; tout élément qui peut en faire partie est intégré, même s'il est ambigu.

4. Discussion générale

Les résultats de notre expérience montrent que la langue de base peut exercer une influence sur la perception d'une alternance codique. Comme Bürki-Cohen & al. (1989), nous avons trouvé à la fois un effet de contraste et l'absence d'un effet, mais contrairement à leur étude, nous avons aussi pu montrer un effet d'assimilation. Afin de mieux comprendre ces résultats, d'autres études avec d'autres continuums et d'autres paires de langues devront tenter d'isoler les variables qui expliqueraient ces effets. Parmi celles-ci nous trouvons :

1. Des variables phonétiques

Les stimuli seraient eux-mêmes la cause des effets différents. Certaines caractéristiques mèneraient à un effet de contraste, d'autres à un effet d'assimilation et d'autres encore à aucun effet. Les résultats obtenus par un sujet dépendraient alors des caractéristiques auxquelles celui-ci serait sensible lors de sa passation.

2. Des variables psycholinguistiques

Le type de bilinguisme des sujets pourrait expliquer, en partie tout au moins, les résultats obtenus. En effet, nous avons fait passer des sujets très différents. Il faudrait considérer leur âge, l'âge auquel ils ont appris leurs langues, la façon dont ils les ont apprises, l'environnement dans lequel ils les utilisent, etc. Il se pourrait que ce soient des facteurs de ce type qui soient à l'origine des différents effets.

Une autre possibilité proviendrait de la (ou des) stratégie(s) utilisée(s) par les sujets dans la tâche d'identification. Il se pourrait qu'il y ait des "sujets contrasteurs" et des "sujets assimilateurs". Les "sujets contrasteurs" traiteraient l'onde acoustique de manière ascendante. Ils feraient donc (de façon schématique) d'abord et surtout une analyse phonétique. Ce procédé favoriserait la perception des mots isolés et permettrait au sujet de bien entendre tous les traits "étrangers" à la langue de base. Ainsi naîtrait l'effet

de contraste. Les "sujets assimilateurs", quant à eux, traiteraient l'onde acoustique de manière descendante. Ils traiteraient d'abord l'énoncé en entier pour arriver ensuite à l'élément modifié. Si les caractéristiques de la langue de l'alternance codique ne sont pas trop "marquées", ces sujets les oublieraient tout de suite et traiteraient l'élément comme étant un mot de la langue de base, d'où un effet d'assimilation. Afin d'obtenir la confirmation de ces suppositions, il faudrait déterminer s'il est possible d'obtenir les deux effets chez le même sujet (en faisant l'expérience deux fois avec le même sujet mais en lui donnant des consignes différentes). Comme on le voit, le chemin est tracé pour ceux qui désirent en savoir plus sur l'effet de la langue de base dans la perception d'éléments ambigus.

5. Bibliographie

BÜRKI-COHEN, J., F. GROSJEAN & J. MILLER (1989): "Base-language effect on word identification in bilingual speech : Evidence from categorical perception experiments", *Language and Speech*, 23 (4), 355-371.

GROSJEAN, F. & C. SOARES (1986): "Processing mixed language : Some preliminary findings", in: VAID, J., *Language Processing in Bilinguals*, Hillsdale, NJ , Lawrence Erlbaum Associates.

LIBERMAN, A.M., K.S. HARRIS, H.S. HOFFMANN & B.C. GRIFFITH (1957): "The discrimination of speech sound within and across phoneme boundaries", *Journal of Experimental Psychology*, 54, 358-368.

L'accès au lexique de code-switchs chez le bilingue : effets de la densité et du contexte ◊

Markus Leuenberger

Résumé

L'élaboration de modèles de reconnaissance de mots (accès au lexique) chez les bilingues a pris une certaine importance ces dernières années. Grosjean (1988), par exemple, a proposé un modèle d'activation interactive pour rendre compte de l'accès au lexique en mode de communication bilingue. L'objectif de la présente étude est de permettre d'affiner ce modèle par rapport aux effets contextuels. Nous avons fait varier la contrainte sémantique et la densité des code-switchs lors de la reconnaissance de code-switchs dans une tâche de gating appliquée à des sujets bilingues suisse-allemand - français. Les résultats significatifs obtenus pour les deux variables testées semblent montrer que la présence d'un code-switch précédent agit probablement comme information ascendante en augmentant le niveau d'activation de la langue la moins utilisée tandis que la contrainte sémantique active de manière descendante les mots de cette langue.

1. Introduction

Lors de la reconnaissance de mots, l'auditeur est confronté à deux tâches simultanées : d'une part, il doit analyser l'onde acoustique pour en extraire les unités linguistiques (phonèmes, syllabes) et d'autre part, à l'aide de ces unités, il doit identifier les mots énoncés. Reconnaître un mot n'est pas simplement une projection des caractéristiques acoustiques et phonétiques dans le lexique mental. C'est un processus compliqué qui comprend diverses étapes d'activation et d'inhibition, de correction, d'anticipation, etc. La recherche qui touche à la reconnaissance des mots se penche à la fois sur les effets qui rendent compte de l'accès au lexique et sur les modèles qui réunissent les effets en un tout cohérent.

◊ Cette étude a pu être entreprise et menée à bien grâce à un subside du FNRS (12-33582.92)

Ce n'est que récemment que les chercheurs se sont tournés vers la reconnaissance de mots chez le bilingue. La réalité du bilingue est différente de celle du monolingue dans la mesure où le bilingue, dans sa vie de tous les jours, se trouve dans divers modes de communication. En effet, il peut passer d'un mode complètement monolingue à un mode bilingue. Dans le mode monolingue, le bilingue s'approprie la langue de l'interlocuteur monolingue et désactive, au mieux, son autre langue. Dans le mode bilingue, les interlocuteurs choisissent une des langues pour communiquer ensemble (c'est ce qu'on appelle la langue de base). Ensuite, tout en se servant de cette langue, ils peuvent introduire des éléments de l'autre langue (appelée également langue alternative). Une des possibilités est d'utiliser un code-switch, c'est-à-dire un mot, un syntagme ou une phrase de l'autre langue.

Bien que la plupart des modèles monolingues de reconnaissance pourraient être modifiés pour tenir compte de la réalité du discours bilingue, le type de modèle qui est pour l'instant le plus prometteur est celui de l'activation interactive. Grosjean (1988) propose un modèle de ce genre pour l'accès au lexique au niveau oral, modèle basé en partie sur TRACE de McClelland et Elman (1986). Selon Grosjean, quand un bilingue se trouve dans le mode bilingue, les deux langues sont activées, mais la langue de base l'est davantage. L'activation d'une unité linguistique (phonème, syllabe, mot, etc.) dans une des langues et de l'unité correspondante dans l'autre (si elle existe) dépend de leur degré de similitude. L'activation des unités spécifiques à une langue augmente l'activation globale de cette langue et accélère donc la reconnaissance des mots de celle-ci. Par contre, l'activation d'unités linguistiques similaires dans les deux langues ralentit l'identification des unités de l'autre langue et, par conséquent, les mots qui en font partie. Enfin, la fréquence des homophones inter-langues (avec leurs seuils d'activation différents) et la configuration phonétique des mots (prononcés comme code-switchs ou comme emprunts) influencent le processus de reconnaissance des mots de l'autre langue en accélérant ou en freinant leur accès.

Grosjean a proposé que dans le mode bilingue le niveau d'activation de l'autre langue est augmenté ou abaissé selon le nombre de code-switchs ou d'emprunts produits pendant l'interaction. Cette proposition demeure mal définie cependant. La reconnaissance d'un code-switch se fait-elle

plus rapidement si celui-ci est précédé par d'autres code-switchs, ou l'effet de la langue de base est-il tellement fort que le niveau d'activation de la langue alternative reste toujours très bas ? Le modèle ne précise pas non plus le rôle de la contrainte sémantique dans la reconnaissance des code-switchs. Celle-ci influence-t-elle leur accès ou non ? Ce sont ces deux questions qui ont été à la base de notre recherche.

Dans cette étude, nous avons manipulé deux variables contextuelles : la force de la contrainte sémantique et la densité des code-switchs. Nous avons déterminé l'apport de chacune d'elles lors de la reconnaissance de code-switchs et avons tenté de découvrir s'il existe une éventuelle interaction entre les deux. Pour ce faire, nous avons utilisé la tâche du gating (Grosjean, 1980) pour présenter des code-switchs dans divers contextes. Les sujets ont entendu les stimuli dans des segments successivement plus longs (50 msec d'accroissement par présentation) et, après chaque présentation, nous leur avons demandé d'écrire le mot qu'ils entendaient et d'indiquer le degré de confiance qu'ils avaient dans leur réponse. Cette tâche nous a permis d'étudier trois variables dépendantes : le point d'isolement des mots (à savoir, leur point d'identification), le degré de confiance à la fin des mots, et les candidats proposés avant le point d'isolement. Ces derniers nous ont donné un aperçu du processus de reconnaissance et de l'apport du contexte dans l'activation des candidats de l'une, de l'autre ou des deux langues. Les résultats ont ensuite été intégrés dans le modèle d'activation interactive de Grosjean.

2. Méthode

Sujets : Quarante-huit bilingues (suisse-allemand - français), sans problèmes d'audition, ont pris part à l'expérience qui a duré deux heures. Tous les sujets étaient des étudiants de français de l'université de Bâle. Pour obtenir une homogénéité maximale du groupe, nous nous sommes limités à des étudiants qui avaient déjà fait au moins quatre semestres d'étude. Les sujets utilisaient les deux langues régulièrement dans leur vie de tous les jours, parlant le suisse-allemand en famille et dans la communauté bâloise et parlant le français pendant les cours et séminaires de l'université ainsi qu'avec des connaissances francophones.

Matériel : Nous avons choisi 32 substantifs (à l'exclusion des substantifs composés) qui faisaient partie de la vie quotidienne des sujets et qui pouvaient être utilisés comme éléments de la langue de base ou comme éléments de l'autre langue (c'est-à-dire, comme code-switchs). Tous les mots ont été placés dans la deuxième partie d'une phrase à deux propositions lue en suisse-allemand. Ces stimuli ne se trouvaient jamais à la fin de la deuxième proposition, mais étaient toujours suivis de un à quatre mots. La première proposition contenait un substantif qui pouvait être énoncé soit dans la langue de base soit

dans l'autre langue (code-switch). Cette structure bipartite nous a permis de construire quatre types de phrases expérimentales où la deuxième proposition était identique :

Type A) la première proposition (en italique ci-dessous) ne contenait pas de code-switch (en majuscules) et n'exerçait pas de contrainte sur le mot expérimental (en gras) de la deuxième proposition. Exemple : *Me lehrt in dr Sek*, dass **DELEMONT** e schöni Stadt isch (traduction : *On apprend au collège* que DELEMONT est une belle ville).

Type B) la première proposition ne contenait pas de code-switch mais était contraignante pour le stimulus. Exemple : *Es säge alli Jurassier*, dass **DELEMONT** e schöni Stadt isch (traduction : *Tous les jurassiens disent* que DELEMONT est une belle ville).

Type C) la première proposition contenait un code-switch mais n'exerçait pas de contrainte sur le mot expérimental. Exemple : *Me lehrt im COLLÈGE*, dass **DELEMONT** e schöni Stadt isch (pour la traduction voir la phrase du type A).

Type D) la première proposition contenait un code-switch et était contraignante pour le stimulus. Exemple : *Es säge alli JURASSIENS*, dass **DELEMONT** e schöni Stadt isch (pour la traduction voir la phrase du type B).

En nous basant sur ces différents types de construction, nous avons construit 120 phrases : 60 phrases expérimentales qui contenaient un code-switch à reconnaître et 60 phrases de remplissage qui contenaient un substantif en suisse-allemand, ceci afin d'éviter que les sujets s'attendent systématiquement à entendre un code-switch dans la deuxième proposition. A ces 120 phrases, nous avons ajouté 8 phrases d'entraînement. Nous avons bloqué le type de contexte, c'est-à-dire que le groupe A n'entendait que des phrases du type A), le groupe B celles du type B), le groupe C celles du type C) et finalement le groupe D celles du type D). Chaque groupe a donc entendu 15 phrases expérimentales, 15 phrases de remplissage et 2 phrases d'entraînement.

Pour nous assurer que les premières propositions des phrases du type B) et D) étaient contraignantes et que celles des phrases du type A) et C) ne l'étaient pas, nous avons demandé à 13 personnes bilingues d'évaluer à l'aide d'une échelle de 1 (peu contraignant) à 7 (contraignant) la contrainte des propositions. Un test-t apparié a confirmé que les propositions contraignantes avaient un niveau de contrainte significativement plus élevé que les propositions non contraignantes ($t = -8.803$, $p < 0.001$).

Les 128 phrases ont été lues par une locutrice bilingue sans accent notable à un débit normal et avec une prosodie régulière. Elles ont ensuite été digitalisées sur Macintosh à l'aide du logiciel SoundDesigner II. Afin que les deuxièmes propositions soient acoustiquement identiques pour les quatre types de phrases, nous avons sélectionné un exemplaire de la deuxième proposition parmi les quatre enregistrées et l'avons apposée aux premières propositions. Nous avons ensuite préparé les segments expérimentaux de la façon suivante : lors de la première présentation, la phrase était entendue jusqu'à la fin de "dass" (voir exemples ci-dessus) ; puis, à chaque nouvelle présentation, nous avons ajouté 50 msec de plus. Donc, à la première présentation d'un mot expérimental, le sujet entendait 0 msec de celui-ci, à la deuxième, il entendait 50 msec du mot, à la troisième, 100 msec, etc. Lorsque la durée d'un mot expérimental ne correspondait pas à un multiple de 50, le dernier segment était incrémenté de la durée restante. Il faut préciser que, pour les mots suisse-allemands contenus dans les phrases de remplissage, nous avons ajouté à chaque incrémentation 60 msec et non 50 msec (une différence de 10 msec n'étant pas perceptible pour les sujets) puisque ces mots étaient plus longs que les mots expérimentaux .

Lorsqu'un mot stimulus avait été entièrement préparé, la suite (de un à quatre mots) était segmenté mot par mot. Par exemple, en reprenant les phrases présentées ci-dessus,

BEST COPY AVAILABLE

les sujets ont entendu les segments suivants : *dass Delémont e*; *dass Delémont e schöni*; *dass Delémont e schöni Stadt* et *dass Delémont e schöni Stadt isch*.

Après avoir préparé les séries de phrases, nous les avons enregistrées sur cassette en mode mono. Un signal acoustique annonçait le début d'une série et était suivi d'un silence de trois secondes. Chaque série était suivie d'une pause de huit secondes.

Procédure : Nous avons réparti les 48 sujets en quatre groupes de 12, selon les quatre types de phrases. Chaque groupe a été subdivisé en deux sous-groupes. Le premier a d'abord entendu 16 phrases et, après une pause d'environ cinq minutes, 16 autres. Le deuxième sous-groupe a entendu les phrases dans l'ordre inverse, c'est-à-dire les 16 dernières phrases en premier et les 16 autres en dernier. La première phrase de chaque partie était une phrase d'entraînement.

Nous avons conduit les séances de passation en suisse-allemand, la langue habituelle de conversation entre l'expérimentateur (lui-même bilingue) et les sujets. Les instructions étaient en allemand, la langue écrite de la Suisse alémanique. Les sujets savaient qu'ils allaient devoir reconnaître des substantifs suisse-allemands et des substantifs français dans la deuxième proposition d'une phrase suisse-allemande. Nous leur avons demandé d'écouter ces phrases et, après chaque présentation, de faire trois opérations : 1) écrire le mot qu'ils pensaient avoir entendu ; 2) indiquer un degré de confiance pour le mot proposé en entourant un chiffre sur une échelle de 1 (peu certain) à 10 (certain) ; et 3) indiquer si le substantif appartenait à la langue suisse-allemande ou à la langue française en entourant la lettre "D" pour le suisse-allemand et la lettre "F" pour le français à droite de l'échelle de confiance. Les feuilles de réponse étaient organisées de manière à ce que les sujets écrivent d'abord un mot, puis donnent un degré de confiance et finalement indiquent la langue d'origine du mot. Les sujets avaient 8 secondes pour accomplir ces trois tâches. Nous avons demandé à nos sujets de donner une réponse après chaque présentation, même s'ils étaient très peu sûrs de leur réponse.

Analyse des données : Nous avons analysé trois variables dépendantes : le point d'isolement du mot stimulus, le degré de confiance à la fin du stimulus et les candidats proposés avant le point d'isolement.

Le point d'isolement, à savoir le point où le sujet propose le stimulus et ne change pas d'avis par la suite, nous a permis de déterminer à quel moment le mot a été identifié correctement. Nous avons exprimé ce point en pourcentage de la durée totale du mot. L'orthographe et l'indication "D" ou "F" des sujets nous ont aidé à définir de manière exacte le point d'isolement. Nous avons également étudié le degré de confiance à la fin du stimulus. Finalement, nous avons analysé les candidats erronés avant le point d'isolement en fonction de la langue à laquelle ils appartenaient.

Lorsqu'une mesure manquait (point d'isolement, degré de confiance), ce qui arrivait lorsque le sujet n'identifiait pas du tout le stimulus ou seulement après la fin de celui-ci, ou encore s'il refusait de donner un degré de confiance, la mesure était remplacée par la moyenne de tous les sujets pour le stimulus concerné. Cela a représenté 5.97% des points d'isolement et 6.67% des degrés de confiance.

3. Résultats et discussion

Le point d'isolement

La Figure 1 (page suivante) présente le point d'isolement, exprimé en pourcentage, en fonction de la contrainte sémantique (faible et forte) et de l'occurrence d'un code-switch précédent (sans et avec).

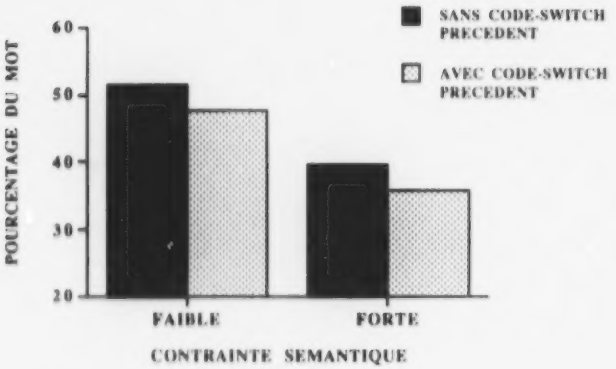


Figure 1. Points d'isolement du mot (%) en fonction de la contrainte sémantique (faible et forte) et de l'occurrence d'un code-switch précédent (sans et avec).

Comme nous pouvons l'observer, il existe un effet de contrainte (hauteur différente des deux groupes de barres) et un effet de densité (hauteur différente des deux barres dans chaque groupe). En effet, dans la condition de contrainte sémantique faible (les phrases des types A et C), les sujets reconnaissent un code-switch après 51.3% lorsqu'il n'y a pas de code-switch précédent et après 47.7% s'il est précédé par un autre code-switch. Dans la condition de contrainte sémantique forte (les phrases des types B et D), le point d'isolement pour les stimuli sans code-switch précédent se trouve à 39.5% et à 35.7% lorsqu'ils sont précédés d'un autre code-switch. Nous avons fait deux analyses de variance et avons trouvé un effet significatif de la contrainte sémantique lors de l'analyse par mots : $F(1,14) = 12.22$, $p < 0.01$, ainsi que lors de l'analyse par sujets : $F(1,44) = 55.04$, $p < 0.001$. Ces analyses ont également montré qu'il existait un effet de densité des code-switchs entre les phrases contenant un code-switch précédent et les phrases n'en contenant pas, aussi bien dans l'analyse par mots, $F(1,14) = 5.09$, $p < 0.05$, que dans l'analyse par sujets, $F(1,44) = 5.27$, $p < 0.05$. Aucune interaction n'a été trouvée entre les deux variables.

De ces analyses, nous pouvons retenir les points suivants. Premièrement, l'effet de la contrainte sémantique est présent et influence le traitement des code-switchs dans le mode bilingue en accélérant leur reconnaissance. Ceci est valable pour les phrases sans code-switch précédent ainsi que pour celles avec code-switch précédent. Ce résultat confirme l'effet "contexte" que l'on trouve à maintes reprises dans la littérature mais ajoute un fait nouveau : le contexte influence les mots des deux langues chez l'auditeur bilingue, ceux de la langue de base et ceux de la langue alternative (au moins en mode de communication bilingue). Deuxièmement, l'auditeur identifie plus rapidement un code-switch dans une phrase si celui-ci est précédé d'un autre code-switch. La présence d'éléments de l'autre langue active donc davantage le lexique de cette langue et l'accès se fait plus rapidement puisque les mots qu'elle contient ont besoin de moins d'excitation pour atteindre leur seuil d'activation. Troisièmement, il n'existe pas d'interaction entre l'effet contrainte et l'effet densité. Cela signifie que les deux effets accélèrent la reconnaissance d'un code-switch mais qu'ils ne s'influencent pas mutuellement.

A partir de ces résultats, nous pouvons émettre l'hypothèse que les deux variables influencent probablement de manière différente le processus de reconnaissance. Le contexte interviendrait depuis un niveau supérieur et serait donc une information descendante. Par contre, la densité des code-switchs aurait un effet ascendant, car ce sont les informations phonétiques des code-switchs précédents qui augmentent le niveau d'activation de la langue d'où ils proviennent. Lorsqu'un code-switch apparaît, la langue alternative est encore plus activée et la reconnaissance du mot se fait donc plus rapidement.

Le degré de confiance

La Figure 2 (page suivante) montre le degré de confiance à la fin du mot en fonction de la contrainte sémantique (faible et forte) et de l'occurrence d'un code-switch précédent (sans et avec).

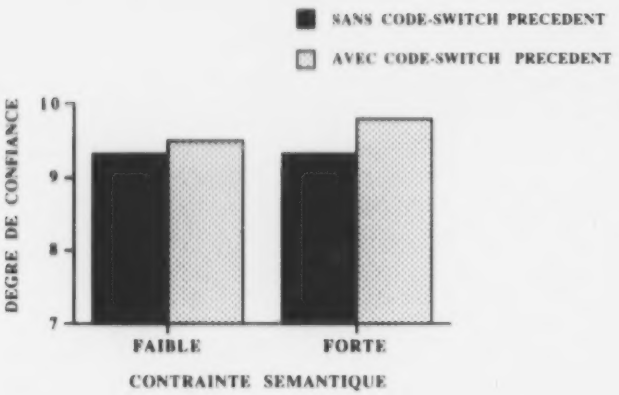


Figure 2. Degrés de confiance à la fin du mot en fonction de la contrainte sémantique (faible et forte) et de l'occurrence d'un code-switch précédent (sans et avec).

Nous constatons peu de différence au niveau de la contrainte sémantique mais une différence plus grande au niveau de la densité. En effet, il existe un degré de confiance moyen de 9.3 dans la condition de contrainte faible ainsi que dans la condition de contrainte forte lorsque le stimulus n'est pas précédé d'un autre code-switch (phrases des types A et B). Par contre, si le stimulus est précédé d'un autre code-switch, la moyenne globale pour la condition de contrainte faible est de 9.5 et pour la contrainte forte de 9.9 (phrases des types C et D). Deux analyses de variance confirment qu'il existe une différence significative entre les stimuli précédés d'un autre code-switch et les stimuli qui ne le sont pas. Nous avons trouvé cet effet dans l'analyse par mots ($F(1,14) = 9.51$, $p < 0.01$) et dans l'analyse par sujets ($F(1,44) = 5.93$, $p < 0.05$). Par contre, l'effet de contrainte n'est pas significatif et il n'existe pas d'interaction.

Ces résultats confirment en partie ceux obtenus pour le point d'isolement. Un code-switch est reconnu avec plus de confiance s'il est précédé d'un autre code-switch que ce soit dans une situation de contrainte faible ou de contrainte forte. Par contre, l'absence d'un effet de contrainte, ici, est probablement due au fait que les valeurs des degrés de confiance des quatre types de contexte se rapprochent les unes des

autres vers la fin des stimuli. Il semble que les informations contextuelles dans les conditions de contrainte forte et faible soient suffisantes pour neutraliser les valeurs vers la fin des stimuli, ce qui produit un effet plafond des courbes lors de la présentation des derniers segments. L'absence d'un effet plafond pour la variable densité s'explique par le fait qu'un premier code-switch indique à l'auditeur bilingue la présence possible d'autres éléments de la langue alternative ce qui implique, lors de la présence effective d'un deuxième code-switch, que la reconnaissance de celui-ci se fait avec plus de confiance.

Le processus d'isolement des code-switchs

La Figure 3 ci-dessous présente le nombre moyen de candidats français en fonction de la durée des segments et du type de phrase contextuelle (A, B, C, D). Les résultats obtenus pour les sept premiers segments ont été retenus.

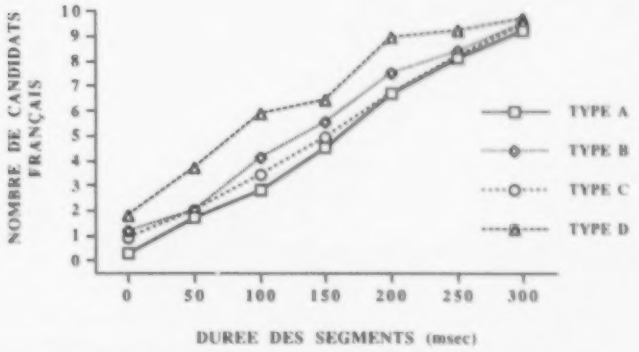


Figure 3. Nombre moyen de candidats français en fonction de la durée des segments et du type de phrase contextuelle (A, B, C, D).

Nous remarquons tout d'abord un effet tout à fait clair de la langue de base. En début de mot, les sujets sont influencés par la langue "porteuse" (le suisse-allemand) et ne proposent donc que peu de candidats français. Ce n'est que lorsque l'information acoustico-phonétique du code-switch arrive (dans les segments successifs) que les sujets

commencent à proposer des candidats de l'autre langue. Nous constatons également que le nombre de candidats français est plus important quand les stimuli sont précédés d'un code-switch ou quand la contrainte sémantique est forte. En effet, nous trouvons 5.8 candidats français en moyenne pour les phrases qui contiennent un code-switch précédent (types C et D) contre 5.1 candidats pour celles qui n'en ont pas (types A et B). De plus, nous obtenons plus de candidats français lorsque la contrainte sémantique est forte (types B et D; moyenne de 5.9) que lorsqu'elle est faible (types A et C; moyenne de 4.9). Une analyse de variance confirme que ces effets sont significatifs (densité : $F(1,98) = 29.68$, $p < 0.001$; contrainte sémantique : $F(1.98) = 21.68$, $p < 0.001$).

4. Discussion générale

Les résultats de cette étude ont montré l'importance des deux variables testées. La première, la densité des code-switchs, a été mise en évidence par le point d'isolement des mots (les stimuli précédés d'un autre code-switch sont identifiés plus rapidement que les autres), par le degré de confiance (les stimuli sont reconnus avec plus de confiance) et par les candidats proposés lors des premiers segments (les phrases qui sont précédées d'un code-switch obtiennent plus de candidats français que celles qui ne le sont pas). Pour expliquer ces résultats, nous avons émis l'hypothèse qu'un code-switch précédent active davantage de candidats de l'autre langue, ce qui fait que le mot stimulus, s'il s'agit d'un code-switch, sera reconnu plus rapidement.

Quant à la deuxième variable, la contrainte sémantique, nous avons trouvé un effet significatif avec le point d'isolement (qui est précoce en contexte contraignant) et les candidats proposés lors des premiers segments (qui appartiennent à l'autre langue lorsque le contexte active celle-ci). Nous en avons conclu que la contrainte sémantique fonctionne de manière descendante et active les mots de l'autre langue lorsque le contexte fait appel à elle.

A partir de ces résultats, certaines modifications peuvent être apportées au modèle de Grosjean (1988). Celles-ci sont en italique afin de les différencier des propositions d'origine.

1. En mode de communication bilingue, les deux langues sont activées mais la langue de base l'est plus fortement. Le niveau d'activation de la

langue alternative peut être modifié tout au cours de l'interaction. *Deux variables peuvent augmenter ce niveau : la présence de code-switchs précédents et la contrainte sémantique et pragmatique. La première variable (la densité des code-switchs) fonctionne comme information ascendante et augmente l'activation de la langue alternative, facilitant ainsi la reconnaissance des code-switchs. La contrainte sémantique, quant à elle, est une information descendante qui active plus fortement les mots de la langue alternative lorsque celle-ci est appropriée à la situation (interlocuteurs, sujets, etc).*

2. L'activation d'une unité dans une langue (phonème, syllabe, mot, etc.) et de l'unité correspondante dans l'autre (si elle existe) dépend de leur degré de similitude.
3. L'activation des unités spécifiques à une langue (traits, phonèmes, syllabes) augmente l'activation globale de cette langue et accélère donc la reconnaissance des mots de celle-ci.
4. L'activation d'un mot spécifique à une langue augmente également l'activation globale de celle-ci et accélère donc la reconnaissance des mots qui lui appartiennent.
5. L'activation de mots qui se ressemblent dans les deux langues (homophones inter-langues) ralentit la reconnaissance des code-switchs et des emprunts. La fréquence des homophones (avec leurs taux d'activation différents) et la configuration phonétique du mot influencent le processus de reconnaissance en l'accélérant ou en le freinant.
6. *Lorsque le contexte sémantique et pragmatique exerce une contrainte sur la langue alternative, celle-ci devient plus active et les mots qui en font partie sont reconnus plus rapidement.*

La présente étude a réussi à affiner le modèle de Grosjean (1988) en lui permettant de rendre compte de deux nouveaux effets : la densité des code-switchs et la contrainte sémantique. Une autre étude sera nécessaire pour confirmer les résultats présentés ici et pour montrer que ce n'est pas une contrainte sémantique quelconque qui active les mots de la langue alternative mais seulement celle qui correspond aux domaines d'utilisation de cette langue.

5. Bibliographie

GROSJEAN, F. (1980): "Spoken word recognition and the gating paradigm", *Perception and Psychophysics*, 28, 267-283.

GROSJEAN, F. (1988): "Exploring the recognition of guest words in bilingual speech", *Language and Cognitive Processes*, 3 (3), 233-274.

McCLELLAND, J. & J. ELMAN, (1986): "The TRACE model of speech perception", *Cognitive Psychology*, 18, 1-86.

Caractérisation des structures de performance en français

Pascal Monnin

Résumé

Il est possible, grâce à diverses tâches expérimentales, d'obtenir la structure de performance d'une phrase. Celle-ci est caractérisée par un certain nombre de propriétés fondamentales et peut être prédite à l'aide d'algorithmes divers. Jusqu'à présent les recherches ont porté principalement sur l'anglais et nous nous tournons donc dans cette étude vers les structures de performance du français en caractérisant les structures obtenues à l'aide d'une tâche de lecture orale.

1. Introduction

Nous savons depuis quelque temps qu'il est possible, grâce à des tâches expérimentales diverses telles que le rappel, la lecture et la segmentation subjective, d'obtenir la structure hiérarchique d'une phrase (Grosjean, Grosjean & Lane, 1979 ; Dommergues & Grosjean, 1981 ; Gee & Grosjean, 1983). Cette structure, que l'on a nommée "structure de performance", est construite uniquement à partir de mesures dépendantes (probabilité de rappel, durée des pauses, indice de segmentation, etc.) et peut être caractérisée par un certain nombre de propriétés fondamentales : unités de base de longueur plus ou moins égale, organisation hiérarchique et structure symétrique (Grosjean & Dommergues, 1983). La structure de performance d'une phrase correspond moins à son organisation syntaxique qu'à sa structure prosodique (les expressions "structure de performance" et "structure prosodique" sont devenues synonymiques dernièrement) et peut être prédite de manière satisfaisante à l'aide de diverses variables telles que la nature, la longueur et le schéma accentuel des mots et des constituants, la structure syntaxique de la phrase, l'équilibre des constituants, etc. Les travaux sur les structures de performance, qui ont porté avant tout sur l'anglais, ont permis de mieux comprendre certaines étapes de la production d'un énoncé (Levelt, 1989) et ont servi de base à la prédiction de la prosodie dans la synthèse de la parole (Bachenko & Fitzpatrick, 1990 ; Quené & Kager, 1992 ; Wang & Hirschberg, 1992).

Obtention des structures de performance

Un certain nombre d'études sur l'anglais ont montré que la fréquence et la durée des pauses entre les constituants d'une phrase sont liées à sa structure syntaxique, mais aussi à des aspects non syntaxiques. Dans une première étude, Grosjean, Grosjean & Lane (1979) ont mis en évidence les structures de performance de l'anglais à l'aide des pauses insérées entre les mots d'une phrase lors de la lecture lente puis ont tenté de prédire ces structures.

Pour construire "l'arbre de performance" à partir des données expérimentales, les auteurs ont employé la procédure itérative suivante :

a) Prendre la pause la plus courte dans la phrase.

b) Relier les deux mots (ou groupes de mots) séparés par cette pause sous un nœud commun.

c) Ne plus tenir compte de cette pause et répéter le processus jusqu'à ce que toutes les pauses soient effacées.

Quant à la hauteur des nœuds, elle est proportionnelle à la durée des pauses considérées : plus la pause est longue plus le nœud est élevé.

Les résultats ont montré que les sujets ne groupaient pas automatiquement le verbe avec le syntagme nominal qui suit comme une structure syntaxique traditionnelle le prédirait mais que dans bien des cas, une coupure principale était observée entre le syntagme verbal et l'objet.

D'autre part, cette étude a montré que les structures de performance obtenues ne sont pas le résultat de contraintes de respiration. En effet, la même expérience conduite avec un autre groupe de 14 sujets mais sans que les sujets reprennent leur souffle au cours de l'enregistrement a fourni des résultats pratiquement identiques. Grosjean, Grosjean & Lane ont également mis en évidence le fait que ces structures sont invariables d'une tâche à l'autre. Un troisième groupe de sujets avaient pour tâche de trouver une coupure principale dans chacune des phrases, de la numéroter du chiffre 1 puis en considérant indépendamment les deux parties obtenues, de les segmenter à leur tour en numérotant la frontière la plus

importante du chiffre 2 et ainsi de suite jusqu'à ce que chaque frontière de mot soit numérotée.

Les structures hiérarchiques obtenues à partir de ces valeurs de segmentation ont permis de constater que les résultats sont très comparables. Il y a une forte corrélation entre les indices de segmentation et les durées de pauses converties en pourcentages.

Propriétés des structures de performance

Trois propriétés principales ressortent de l'examen des structures de performance :

a) Les structures prosodiques sont composées d'unités de base de longueurs plus ou moins égales. Sur l'ensemble des quatorze phrases utilisées dans l'étude de Grosjean, Grosjean & Lane, on obtient une moyenne de trois syllabes par groupe prosodique, le nombre de syllabes variant de un à huit.

b) Les structures de performance sont organisées hiérarchiquement. Les unités de base se regroupent en unités de niveau supérieur qui, à leur tour, se regroupent au sein d'unités plus grandes.

c) Les structures de performance sont plus ou moins symétriques. Cette propriété de symétrie fait que les structures de performance, au contraire des structures syntaxiques, sont rarement dérivées à droite.

Les structures de performance en français

Dans cette étude, nous nous tournons vers les structures de performance du français afin de déterminer dans quelle mesure les principes adoptés pour l'anglais sont également pertinents pour cette langue. Bien que les travaux sur la structuration prosodique en français soient déjà fort nombreux (voir, entre autres, Aubergé, 1991 ; Bailly, 1989 ; Caelen-Haumont, 1991 ; Hirst, 1987 ; Llorca, 1984 ; Pasdeloup, 1990 ; Rossi, 1985 ; Vaissière, 1980), il nous a semblé important de mener une première étude exploratoire dans laquelle nous adapterions l'approche utilisée jusqu'à présent en anglais afin de caractériser les structures de performance du français oral. Nos objectifs sont, d'une part, d'étudier les structures de performance d'une langue qui possède une

organisation prosodique très différente de l'anglais et, d'autre part, d'apporter un complément d'information aux travaux des chercheurs cités ci-dessus. En effet, la méthodologie utilisée dans nos travaux nous permet d'obtenir une hiérarchie prosodique très fine de la phrase, d'isoler les unités prosodiques et de quantifier l'importance des coupures qui existent entre elles.

Dans cette étude nous caractériserons les structures de performance à l'aide d'une tâche de lecture orale. Pour ce faire, nous utiliserons l'approche adoptée dans les études anglaises (voir Grosjean, Grosjean & Lane, 1979) et ceci pour des raisons de simplicité expérimentale. Nous avons donc choisi de calculer l'importance des frontières interlexicales afin de caractériser la structure prosodique de nos énoncés. Nous chercherons en particulier à évaluer si les caractéristiques de symétrie, de hiérarchie et de longueur égale des unités de base se retrouvent en français. De plus, nous observerons l'impact de certaines variables telles que la position des adjectifs (préposés ou postposés) et le statut prosodique de certains mots grammaticaux.

2. Méthode

Sujets : Huit sujets, tous de langue maternelle française, ont participé à cette étude.

Matériaux : Neuf phrases simples, d'une longueur de quinze syllabes, ont servi de matériel expérimental. Afin d'obtenir une certaine variété dans ces phrases, nous avons fait varier la longueur des groupes nominaux sujet et objet en modifiant le **nombre** de mots lexicaux (et donc la structure du groupe) dans les cinq premières phrases et la **longueur** de ces mots dans les quatre autres.

1) (La fille) s'est déguisée en (une jolie petite fée espiègle).
2) (La petite fille) s'est déguisée en (une jolie fée espiègle).
3) (La fille espiègle) s'est déguisée en (une jolie petite fée).
4) (La jolie petite fille) s'est déguisée en (une fée espiègle).
5) (La jolie petite fille espiègle) s'est déguisée en (une fée).
6) (La dame chic) possède (un spectaculaire chat indonésien).
7) (Le voisin âgé) possède (un magnifique chat japonais).
8) (Le professeur sympathique) possède (un joli chat tigré).
9) (Le propriétaire accommodant) possède (un beau chat blanc).

Procédure : Avant d'être présentées aux sujets, les phrases ont été tapées dans un ordre aléatoire sur des bandes de papier. Les sujets ont été enregistrés individuellement au moyen d'un magnétophone à cassette SONY WM-D3. Ils ont d'abord pris

connaissance de chaque phrase et l'ont lue ensuite à deux débits, d'abord normal et ensuite lent.

Analyse des données : Nous avons obtenu 16 enregistrements pour chaque phrase (8 sujets, 2 lectures par sujet) que nous avons digitalisés à l'aide du système MacRecorder rattaché à un ordinateur Macintosh SE. Les tracés oscillographiques obtenus nous ont permis de mesurer la durée des voyelles et des pauses en fin de mots. Contrairement à l'approche utilisée pour l'anglais, où on ne mesure que la durée de la pause silencieuse, nous avons opté ici pour une mesure plus complexe. En effet, la prédominance des syllabes ouvertes en français permet au locuteur de marquer une coupure temporelle soit par l'allongement de la dernière syllabe du mot, soit par l'insertion d'une pause silencieuse, soit par les deux approches à la fois (Duez, 1987). Nous avons donc décidé d'inclure dans ce que nous appelons ici "voyelle + pause" (dorénavant V+P), la durée du noyau (la voyelle) de la syllabe précédant une coupure entre deux mots ainsi que la durée de la pause silencieuse (sans limite inférieure) entre ces mots. Nous n'avons pas tenu compte de la consonne finale (lorsque celle-ci était présente) afin d'obtenir la même mesure à chaque coupure de mot, certains mots se terminant avec une voyelle, d'autres avec une voyelle et une consonne, d'autres encore avec une voyelle et deux consonnes[1]. La mesure V+P est donc toujours composée au moins de la durée du noyau ; la durée de la pause silencieuse vient s'y ajouter lorsqu'un arrêt est également présent dans l'onde sonore. Notons que cette mesure nous permet d'obtenir une valeur entre **chaque** mot de la phrase, même à débit normal, ce qui n'est pas normalement possible avec la seule durée des pauses silencieuses (les sujets ne faisant pas de pauses à l'intérieur des constituants ou entre constituants mineurs à débit normal). Nous avons ensuite calculé la moyenne des V+P, pour chaque phrase, sur l'ensemble des sujets et avons converti ces valeurs en pourcentages basés sur la somme totale des V+P dans la phrase[2].

Avant même de construire les structures de performance de chacune de nos phrases à l'aide des valeurs obtenues, nous avons dû choisir entre les V+P obtenues à débit normal, à débit lent ou aux deux débits à la fois. Rappelons que dans les études portant sur l'anglais, une moyenne basée sur l'ensemble des débits était utilisée car au seul débit normal les pauses ne sont pas assez nombreuses et ne permettent donc pas la construction d'arbres hiérarchiques complets. Nous avons calculé, à l'aide des valeurs V+P, les corrélations entre les deux débits pour les neufs phrases et avons obtenu une corrélation moyenne de 0,86. Devant cette valeur élevée, qui indique une forte ressemblance des structures de performance à débit normal et à débit lent, et étant donné que notre objectif était avant tout d'étudier la structure prosodique d'une phrase à débit normal, nous avons décidé de ne pas tenir compte des durées à débit lent. Nous avons donc construit pour chacune des neuf phrases, et à l'aide des valeurs V+P obtenues à débit normal, une structure de performance en suivant la procédure itérative décrite dans l'introduction. (Nous avons simplement remplacé la pause par la valeur V+P). Cette procédure, qui peut également être utilisée avec d'autres variables dépendantes (probabilité de rappel, indice de segmentation, etc.), permet de représenter visuellement les structures de performances et ainsi de les décrire plus facilement.

---

[1] Dans une étude pilote, nous avons remarqué que si la hauteur des nœuds les plus bas des structures de performance pouvait changer légèrement lorsqu'on inclut la consonne dans les mesures, les constituants prosodiques majeurs restaient les mêmes.

[2] Les données ont été converties en pourcentages afin de suivre au plus près la procédure utilisée dans les études précédentes et ne pas donner trop d'importance aux valeurs d'un seul sujet qui aurait pu avoir, grâce à un débit très lent (ou très rapide), des durées V+P beaucoup plus longues (ou plus courtes), que les autres sujets.

BEST COPY AVAILABLE

3. Résultats et discussion

La série de structures obtenue montre que les trois propriétés fondamentales des structures de performance qui ressortent en anglais (Grosjean & Dommergues, 1983 ; Gee & Grosjean, 1983) se retrouvent dans les structures du français, à savoir la symétrie, la hiérarchie et la longueur plus ou moins égale des unités de base[3]. Concernant la symétrie, nous observons que la frontière prosodique principale est située vers le milieu de la phrase et ne correspond donc pas toujours à la coupure syntaxique principale. Dans la figure 1 (voir page suivante), le syntagme nominal sujet "la fille" est court et contraint le locuteur à marquer une coupure principale après le verbe "s'est déguisée" pour des raisons de symétrie. Il s'ensuivra, comme nous le verrons ci-dessous, que la seule structure syntaxique d'une phrase n'est pas forcément un bon prédicteur de la structure de performance. En ce qui concerne la deuxième caractéristique, la hiérarchie, nous remarquons dans nos phrases que les unités de base se regroupent en unités plus grandes qui, elles-mêmes, sont regroupées en unités encore plus larges. Dans la même figure, par exemple, "la fille" est rattaché à "s'est déguisée" tandis que "en une jolie" est rattaché à "petite fée" et à "espiègle". Ces deux groupes sont ensuite regroupés au niveau supérieur. Enfin, troisième caractéristique, les structures de performance en français, comme celles de l'anglais, sont constituées d'un certain nombre d'unités prosodiques de longueurs plus ou moins égales, unités qui ne correspondent pas toujours à un constituant syntaxique. Par exemple, dans la figure 1, le syntagme prépositionnel "en une jolie petite fille espiègle" est décomposé en trois unités prosodiques distinctes, "en une jolie", "petite fée" et "espiègle". Ces unités de base ne semblent pas excéder un certain nombre de syllabes qui est sensiblement le même pour chaque unité. Ainsi, toujours dans la même phrase, on distingue 5 groupes prosodiques de base dont le nombre de syllabes varie

[3] Notons que ceci est vrai pour les structures de chacun des sujets. En effet, nous avons corrélé, pour chaque phrase, les valeurs V+P de chaque sujet avec celles de chacun des autres sujets puis avons obtenu la moyenne des corrélations. Nous avons ensuite calculé la moyenne pour chaque phrase et avons finalement moyenné ces 9 moyennes. Le résultat final est de 0,84, ce qui signifie que la structure de performance d'une phrase produite par un sujet est fort semblable à celles produites par les autres sujets. Bien qu'il existe quelques petites divergences entre sujets, la configuration générale des structures individuelles est pratiquement identique et révèle les trois mêmes caractéristiques de base.

PHRASE 1

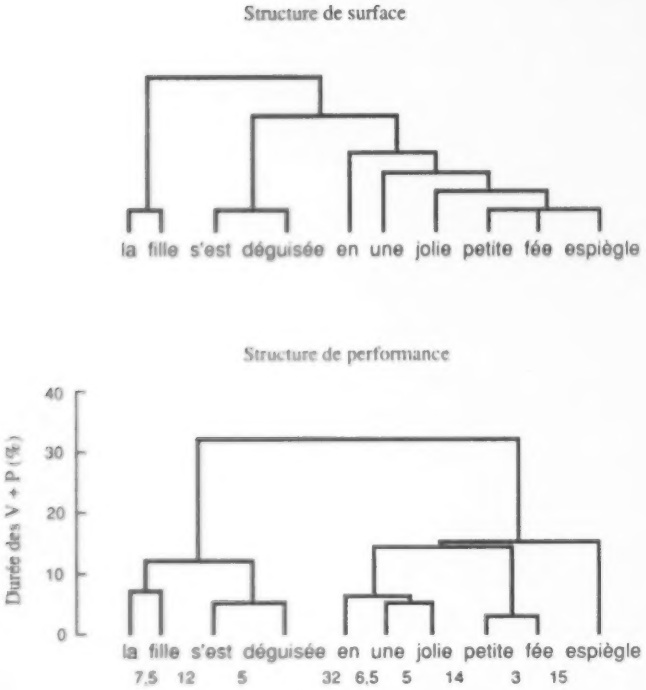


Fig. 1. - Structure de surface et structure de performance de la phrase 1. La structure de performance est élaborée à partir des durées des V + P converties en pourcentages.

entre 2 et 4 : "la fille", "s'est déguisée", "en une jolie", "petite fille" et "espiègle".

Sur l'ensemble des phrases, la longueur moyenne des unités prosodiques séparées par une V+P de 12% ou plus (dans la distribution des effectifs des V+P il existe une rupture à 12%) est de 3,46 syllabes (écart-type de 1,43). Cette troisième caractéristique explique le découpage des syntagmes nominaux sujets que l'on trouve dans les phrases 6 "la dame chic possède un spectaculaire chat indonésien" et 9 "le

propriétaire accommodant possède un beau chat blanc", syntagmes qui ont exactement la même structure syntaxique. D'un côté "la dame chic" (phrase 6) forme un seul groupe prosodique de 3 syllabes alors que dans la phrase 9, "le propriétaire accommodant" est formé de deux unités prosodiques distinctes de 5 et de 4 syllabes respectivement.

En plus de ces trois propriétés fondamentales, deux autres caractéristiques ressortent de nos résultats. La première concerne les adjectifs postposés qui semblent avoir un statut prosodique particulier. En effet, dans la phrase 1 (figure 1, structure du bas), on observe une V+P importante entre "fille" et "espiègle" et dans la phrase 6 (figure 2, structure du haut à gauche ; voir page suivante) on remarque une V+P plus longue (24,5) entre le substantif ("chat") et l'adjectif postposé ("indonésien") qu'entre l'adjectif préposé ("spectaculaire") et le substantif (13,5), bien que les deux adjectifs aient la même longueur. Notons que l'importance de la coupure entre le substantif et l'adjectif postposé, dont nous devrons tenir compte lors de la prédiction des structures de performance, peut être réduite lorsque d'autres variables entrent en jeu, telles que la longueur de l'adjectif (V+P de 7,5 entre "chat" et "blanc" dans la phrase 9), le lien sémantique qui existe entre l'adjectif et le substantif, et la nature des phonèmes présents de part et d'autre de la coupure (deux voyelles, une consonne et une voyelle, etc.).

Un deuxième aspect qui ressort des structures de performance du français concerne le rattachement de certains mots grammaticaux. Normalement ceux-ci sont rattachés prosodiquement aux mots lexicaux de droite comme dans le cas de "une" qui est rattaché à "jolie" dans la phrase 1 (figure 1). Cependant, il semblerait que dans certains cas les mots grammaticaux peuvent se rattacher aussi aux mots lexicaux de gauche.

Ainsi, dans la phrase 9 (figure 2), "un" est rattaché prosodiquement à "possède" et non, comme on pouvait s'y attendre, à "beau".

4. Conclusion

La caractérisation des structures de performance en français fait appel à des caractéristiques prosodiques plus complexes que pour l'anglais. Déjà dans l'obtention de la mesure dépendante (durée V+P), nous avons dû prendre en considération non seulement la durée de la

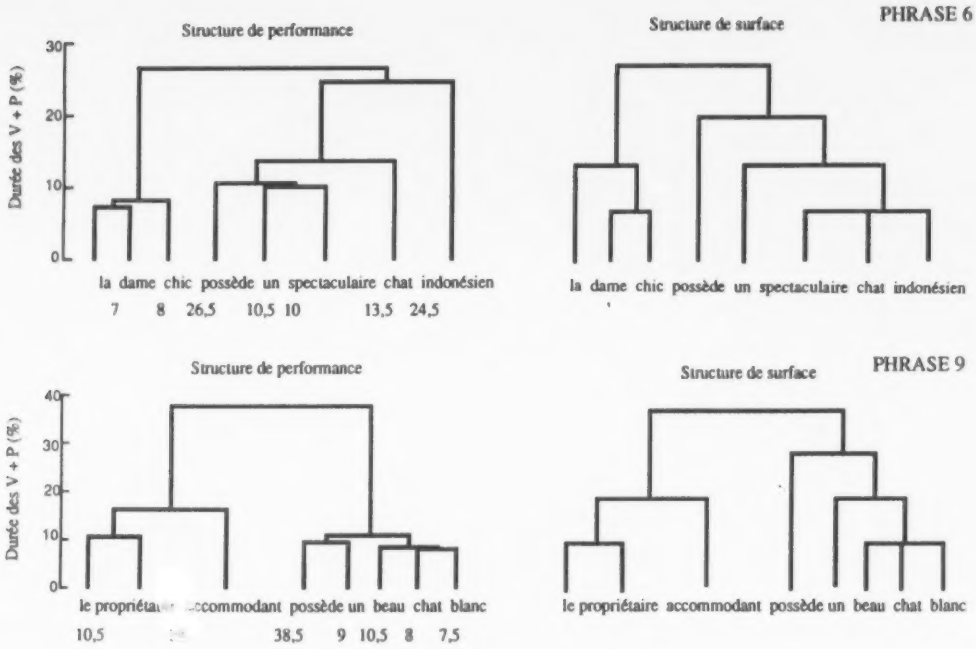


Fig. 2. - Structure de surface et structure de performance des phrases 6 et 9. Les structures de performance sont élaborées à partir des durées des V + P converties en pourcentages.

pause silencieuse interlexicale, comme cela a toujours été le cas dans les études sur l'anglais, mais également la durée de la voyelle de la syllabe en fin de mot. Bien que les structures de performance du français partagent les trois mêmes propriétés fondamentales que celles observées en anglais (symétrie, hiérarchie et unités prosodiques de longueur plus ou moins égale), nous avons pu mettre en valeur d'autres caractéristiques tout à fait intéressantes : le statut de noyau prosodique de l'adjectif postposé et le rattachement à gauche de certains mots grammaticaux.

Dans la continuation de cette étude, nous avons élaboré un algorithme de prédiction[4] (algorithme MG) permettant de prédire nos structures de performance. Il s'avère être un bon prédicteur des structures de performance des phrases expérimentales et il rend compte des différentes propriétés générales des structures (hiérarchie, symétrie, unités de base de longueur plus ou moins égale). De plus, il traite d'autres aspects que nous avons trouvés spécifiquement dans notre étude : le cas de l'adjectif postposé et celui du rattachement à gauche de certains mots grammaticaux, entre autres.

Deux domaines de recherche sont susceptibles de bénéficier des travaux portant sur les structures de performances. D'une part, en traitement automatique de la parole, une meilleure description des structures prosodiques du français oral et le développement d'algorithmes de prédiction peuvent contribuer à améliorer la qualité de la synthèse à partir du texte, comme cela a déjà été le cas en anglais (voir Bachenko & Fitzpatrick, 1990 ; Quené & Kager, 1992 ; Wang & Hirschberg, 1992). D'autre part, en psycholinguistique, une compréhension approfondie de ces structures aura des conséquences sur l'élaboration des modèles de production et de perception de la parole.

5. Bibliographie

AUBERGE, V. (1991): *La synthèse de la parole : "des règles aux lexiques"*, Thèse de doctorat, Universités Stendhal et P. Mendès-France.

[4] Voir Monnin, P. & F. Grosjean (1993): "Les structures de performance en français : caractérisation et prédiction", *L'année psychologique*, 93, 9-30.

BACHENKO, J. & E. FITZPATRICK (1990): "A computational grammar of discourse-neutral prosodic phrasing in English", *Computational Linguistics*, 16, 155-170.

BAILLY, G. (1989): "Integration of rhythmic and syntactic constraints in a model of generation of French prosody", *Speech communication*, 8, 137-146.

CAELEN-HAUMONT, G. (1991): *Stratégies des locuteurs et consignes de lecture d'un texte : analyse des interactions entre modèles syntaxique, sémantique, pragmatique et paramètres prosodiques*, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Provence.

COOPER, W. & J. PACCIA-COOPER (1980): *Syntax and Speech*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

DOMMERGUES, J.Y. & F. GROSJEAN (1981): "Performance structures in the recall of sentences", *Memory and Cognition*, 9, 478-486.

DUEZ, D. (1987): *Contribution à l'étude de la structuration temporelle de la parole en français*, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Provence.

GEE, J.P. & F. GROSJEAN (1983): "Performance structures: A psycholinguistic and linguistic appraisal", *Cognitive psychology*, 15, 411-458.

GROSJEAN, F. & J.Y. DOMMERGUES (1983): "Les structures de performance en psycholinguistique", *L'année psychologique*, 83, 513-536.

GROSJEAN, F., L. GROSJEAN & H. LANE (1979): "The patterns of silence: Performance structures in sentence production", *Cognitive Psychology*, 11, 58-81.

HIRST, D. (1987): *La description linguistique des systèmes prosodiques : une approche cognitive*, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Provence.

LEVELT, W. (1989): *Speaking: From Intention to Articulation*, Cambridge, MA, MIT Press.

LLORCA, R. (1984): *Eléments d'analyse du rythme de la parole en français*, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté.

PASDELOUP, V. (1990): *Modèle de règles rythmiques du français appliqué à la synthèse de la parole*, Thèse de troisième cycle, Université de Provence.

QUENE, H. & R. KAGER (1992): "The derivation of prosody for text-to-speech from prosodic sentence structure", *Computer Speech and Language*, 6, 77-98.

ROSSI, M. (1985): "Intonation et organisation de l'énoncé", *Phonetica*, 42, 2-3, 135-153.

VAISSIERE, J. (1980): La structuration acoustique de la phrase française, *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa*, 10, 529-560.

WANG, M. & J. HIRSCHBERG (1992): "Automatic classification of intonational phrase boundaries", *Computer Speech and Language*, 6, 175-196.

TRANEL (Travaux neuchâtelois de linguistique), 1994, 21, 85-95.

Le traitement de la liaison chez l'enfant : études expérimentales

Eliane Morel

Résumé

Notre propos dans ces études expérimentales est de démontrer que la liaison est un phénomène langagier qui n'est pas perçu tout de suite par les enfants, mais dont l'acquisition des règles dépend du développement du langage. Nous avons abordé le traitement de la liaison en nous intéressant à sa production dans deux situations différentes: une épreuve de pseudo-dénomination d'images (étude n°1) et une épreuve de répétition de phrases à débit lent (étude n°2). Dans la première étude nous avons testé un groupe de jeunes enfants afin de pouvoir déterminer la pertinence de la présence de liaisons dans l'identification des mots. La seconde étude permet de comparer le comportement d'un groupe d'adultes à celui de deux groupes d'enfants.

1. Introduction

Un survol non exhaustif de la littérature concernant les domaines de la liaison et du lexique nous a amenés à plusieurs constatations. Tout d'abord, l'identification des mots dans la chaîne parlée nécessite l'utilisation de processus spécifiques et implique une tâche d'accès au lexique. En effet, afin d'identifier les différentes unités significatives d'un message, l'auditeur doit utiliser des stratégies lui permettant d'isoler les mots les uns des autres. Dans la littérature on trouve ces stratégies sous le nom de stratégies de "segmentation" (Fox & Routh, 1975 ; Wijnen, 1988 ; Chaney 1989).

Lorsqu'un auditeur est confronté à un mot pour la première fois, il ne peut identifier cet item qu'en reconnaissant les mots avant et après celui-ci et en isolant ainsi le mot nouveau. Il effectue pour cela une tâche d'accès à son lexique interne (où sont stockés tous les mots qu'il connaît) en scrutant le signal de parole et en recherchant l'apparition d'items lexicaux possibles (Cole & Jakimik, 1980 ; Klatt, 1975). Il les stocke ensuite dans son lexique interne afin de pouvoir y accéder s'il le rencontre à nouveau ou s'il est amené à le produire.

Des études expérimentales ont révélé que les entrées lexicales étaient différentes chez l'enfant et chez l'adulte, donc que l'organisation du lexique interne n'était pas fixée une fois pour toute (Postman & Keppel, 1970 ; Fay & Cutler, 1977 ; Charles - Luce & Luce, 1990). Elle est modifiée par la nécessité de stocker de nouveaux items.

Nooteboom (1981) a établi que l'accès lexical semble être plus facile à partir des fragments initiaux des mots parlés qu'à partir des fragments finaux. Wijnen (1988), en étudiant les stratégies de segmentation en syllabes chez des enfants de 2 à 3 ans, a remarqué que la production de la parole était d'abord organisée en unités syllabiques avec une préférence pour la forme C.V. (consonne - voyelle). Ces deux constatations se révèlent importantes dans le cas de la liaison. En effet, la liaison se situe précisément au début du mot et consiste en la "reconstitution" d'une séquence consonne-voyelle.

Deux auteurs se sont intéressés plus particulièrement au domaine de la liaison : Malécot (1975) et Tranel (1987), qui concluent que la liaison dépend de la cohésion syntaxique entre les mots et qu'elle tend à apparaître plus volontiers si elle signale une marque morphologique précise (par exemple le pluriel) que si elle ne représente aucune information grammaticale précise.

A notre connaissance, aucune étude concernant le domaine de la liaison n'a été réalisée avec une population enfantine. Et bien que Malécot (1975) cite que la tendance à produire des liaisons s'accroît lorsque l'on passe à un débit d'élocution plus lent, nous ne savons pas comment se comportent des adultes si on leur demande de répéter à débit lent des phrases comportant des liaisons.

Dans la première étude, nous nous sommes intéressés à savoir si pour les jeunes enfants la présence de liaisons était un facteur pertinent dans l'identification et le stockage des mots dans le lexique. Nous avons comparé, pour des mots fréquents et des mots rares, la tendance dans une épreuve de "pseudo-dénomination" d'images à maintenir de manière erronée une liaison proposée. Nos questions expérimentales étaient les suivantes :

1) Dans une épreuve de "pseudo-dénomination" d'images, les jeunes enfants ont-ils tendance ou non à maintenir de manière erronée une liaison proposée lors de la présentation orale d'un mot ?

2) Cette tendance à maintenir de manière erronée des liaisons proposées (si elle existe) est-elle identique si le mot présenté est un mot rare ou s'il s'agit d'un mot fréquent ?

La deuxième étude s'intéresse à la production de la liaison dans un contexte spécifique: celui de la répétition de phrases à débit lent. Nos questions étaient les suivantes :

1) Lors d'une tâche de répétition à débit lent, les enfants maintiennent-ils plus souvent que les adultes les liaisons proposées ?

2) Peut-on mettre en évidence le rôle de facteurs morphologiques (nature de la consonne de liaison) et/ou syntaxiques (nature grammaticale des mots impliqués dans la liaison) dans la tendance à maintenir des liaisons en répétition à débit lent ?

2. *"Pseudo-Dénomination" d'images*

2.1. Méthode

Sujets : 10 enfants âgés de 3,9 ans à 4,6 ans ont été testés. Ces enfants sont tous préscolaires et domiciliés dans le canton de Vaud.

Matériel linguistique : 10 noms, dont 5 noms fréquents connus de l'enfant (avion, enfant, indien, oiseau, ourson) et 5 noms rares non connus de l'enfant (ara, ibis, iguane, inca, oison).

Matériel non linguistique : 20 images représentant les noms ci-dessus. Ces images sont réparties en deux séries : une série de 10 images représentant les noms au singulier (exemple : un oiseau), une série de 10 images représentant les noms au pluriel (exemple : deux oiseaux).

Procédure : L'expérimentatrice présente une image au sujet et elle prononce le nom correspondant à cette image (exemple : voilà un oiseau.). Elle prend soin de faire la liaison. Elle présente ensuite à l'enfant l'image de l'autre série qui correspond au même nom mais qui cette fois doit être émis au pluriel. Elle demande à l'enfant de dire ce qu'il voit sur l'image. Elle note s'il émet " deux zoiseaux" ou "deux noiseaux" (maintien erroné de la liaison). Elle procède de même en présentant d'abord l'image avec deux oiseaux.

Analyse des données : Pour chaque sujet, nous avons relevé le nombre de liaisons maintenues en prenant en considération la fréquence du mot. Ensuite, le niveau de langage, le niveau d'expression et le niveau de compréhension ont été évalués subjectivement pour chaque sujet sur une échelle allant de 1 à 7. Pour ce faire, nous avons demandé aux

personnes qui côtoient régulièrement ces enfants, dans les centres de vie enfantine, comment elles situeraient leur niveau de langage par rapport à celui d'autres enfants appartenant au même groupe d'âge. Nous avons étudié l'effet de la fréquence du mot sur le maintien erroné de la liaison et nous avons déterminé le type de corrélation qui existe entre le nombre de liaisons maintenues et l'âge des sujets, leur niveau de langage, leur niveau d'expression et leur niveau de compréhension.

2.2. Résultats et discussion

Il apparaît que le fait que l'enfant connaisse déjà ou non le mot proposé joue un rôle dans la tendance à maintenir la liaison dans cette épreuve. En effet, 24% des liaisons sont maintenues si le mot est fréquent et 48% s'il est rare ($t = 3,88$; $p < 0,01$). Il apparaît donc que la fréquence du mot proposé, autrement dit le fait que l'enfant connaisse déjà ou non le mot proposé, joue un rôle dans la tendance à maintenir la liaison dans cette épreuve.

Ce résultat nous donne un aperçu de la manière dont sont stockés les mots du lexique chez le jeune enfant. Celui-ci ne considère pas encore la liaison comme un phénomène phonologique et morphologique et stocke donc dans son lexique le mot tel qu'il l'a perçu (c'est à dire sous des formes comme "nenfant" ou "zenfant"). Si on se réfère aux modèles d'organisation du lexique (Fillmore, 1975 ; Aitchison, 1987), les mots partageant certaines caractéristiques (même signification, même fin) seront proches l'un de l'autre dans le lexique. On peut supposer que, peu à peu, l'enfant remarque la présence dans son lexique de deux mots structurellement proches ("nenfant" et "zenfant"), mots dont la signification est la même. Il se rend compte qu'ils sont employés dans des contextes phonétiques différents. Il restructure alors son lexique en ramenant ces deux items lexicaux à une seule entrée ("enfant"), qui est la forme auditive commune aux deux mots.

Si on se réfère à Aitchison qui compare les mots à des pièces de monnaie constituées de deux faces amovibles, on peut formuler une hypothèse sur la manière dont l'enfant réorganise son lexique. Il détacherait les faces "nenfant" et "zenfant", garderait la signification commune et rattacherait cette face "significative" à une nouvelle face portant la forme auditive "enfant". Il apprendrait la morpho-phonologie de la liaison en se rendant compte que ce mot, commençant par une voyelle,

entre en liaison avec le mot qui le précède, donc que sa forme auditive peut changer.

Face aux grandes différences interindividuelles dans la tendance à maintenir les liaisons, nous avons cherché à établir une corrélation entre le nombre de liaisons maintenues et l'âge des sujets. Le résultat peu probant (coefficient de corrélation non-significatif de -0,451) nous a incité à corréler le nombre de liaisons maintenues à des facteurs plus linguistiques comme le niveau de langage des enfants. Il apparaît que la tendance au maintien erroné des liaisons dépend, dans cette épreuve de "pseudo-dénomination", du niveau de langage (r = -0,944), du niveau d'expression (r = -0,935) et du niveau de compréhension du sujet (r = -0,902).

Cette étude a montré que les jeunes enfants, en "pseudo-dénomination", ont tendance à maintenir de manière erronée en moyenne 36% des liaisons qui leur sont proposées. Le maintien de ces liaisons est la preuve que les sujets qui se comportent de cette façon ne maîtrisent sans doute pas encore les règles morpho-phonologiques de la liaison. Il révèle aussi la forme sous laquelle les mots sont stockés dans le lexique à savoir l'existence pour un même item de plusieurs allomorphes dus à la présence de consonnes de liaison différentes. Ces allomorphes disparaîtraient progressivement avec le développement du lexique et l'acquisition des règles linguistiques relatives à la liaison; chaque item ne possédant alors plus qu'une seule entrée lexicale.

3. *Répétition à débit lent de phrases comportant des liaisons*

3.1. Méthode

Sujets : Trois groupes de sujets de langue maternelle française ont été testés. Groupe "adultes" : 10 adultes âgés de 23 à 48 ans; groupe "5 ans" : 10 enfants âgés de 5 à 5,6 ans, scolarisés en classe enfantine dans le Canton de Vaud; Groupe "8 ans" : 10 enfants âgés de 8 à 9 ans, scolarisés en fin de deuxième année primaire dans le Canton de Vaud.

Matériaux : 40 phrases tests divisées en quatre groupes : 1) liaison entre un article et un nom (ex. Un indien arrive), 2) liaison entre un adjectif et un nom (ex. Le petit avion part), 3) liaison entre un pronom de conjugaison et un auxiliaire (ex. Nous avons écrit) et 4) liaison entre un auxiliaire et un participe passé de verbe (ex. Il est arrivé). Les phrases sont enregistrées sur cassette de façon à ce que les stimuli soient semblables pour tous les sujets.

Procédure : On enregistre sur cassette les réponses du sujet à la consigne qui est la suivante : "Tu vas entendre quelqu'un parler. Tu vas redire ce qu'elle a dit. Puis après, tu le redis mais moins vite pour que je puisse l'écrire. Par exemple : tu entends "un cheval

galope", tu redis "un cheval galope" puis tu le redis mais moins vite "un (pause) cheval (pause) galope"." Le vocabulaire employé dans la consigne est légèrement modifié afin d'être adapté à l'âge des sujets de chaque groupe.

Analyse des données : Pour chaque sujet, le pourcentage de liaisons maintenues a été relevé en fonction de la nature de la consonne de liaison et de la nature grammaticale des deux mots impliqués dans la liaison. Nous avons observé pour chaque facteur l'évolution d'un groupe à l'autre et parallèlement nous nous sommes intéressés à l'effet d'un facteur à l'intérieur d'un même groupe. Des analyses de variances ont été réalisées dans chaque cas.

3.2. Résultats et discussion

La figure 1 présente le pourcentage de liaisons maintenues, en répétition à débit lent, pour chaque groupe d'âge. On peut relever un effet significatif de groupe : le nombre de liaisons maintenues dépend de l'âge ($F(2,27) = 20,36$; $p < 0,001$). La différence est significative entre les groupes des 5 ans et des 8 ans ainsi qu'entre les groupes des 5 ans et des adultes, mais ne l'est pas entre les groupes des 8 ans et des adultes.

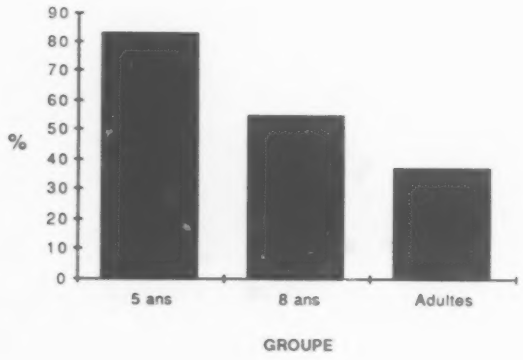


Figure 1 : Pourcentage de liaisons maintenues en fonction du groupe d'âge.

On peut supposer que dans ce type d'épreuve, les liaisons qui sont maintenues sont celles qui sont les plus prégnantes. Nous avons considéré le groupe des adultes comme groupe contrôle et lui avons comparé les résultats des groupes d'enfants. Le comportement des enfants âgés de 5 ans est nettement différent de celui des adultes, ce qui confirme les travaux de Wijnen (1988). Par contre, nous remarquons que le comportement d'enfants âgés de 8 ans est, dans cette épreuve, assimilable à celui des adultes. Ce qui nous permet d'avancer l'hypothèse qu'à cet âge, l'enfant a connaissance des règles de la liaison, à savoir que dans une épreuve de répétition à débit lent, il maintient les liaisons qu'il produit le plus en conversation.

L'évolution du comportement de l'enfant entre 5 et 8 ans dans cette épreuve serait liée au développement du langage oral et à l'apprentissage du langage écrit qui aideraient à une meilleure maîtrise et compréhension des règles morpho-phonologiques ayant trait à la liaison.

La figure 2 présente pour chacune des consonnes de liaison le pourcentage de liaisons maintenues par chaque groupe d'âge. Nous remarquons à nouveau la relation inverse entre le maintien de la liaison et l'âge, mais également un effet de consonne. En effet, la nature de la consonne de liaison (n, z, t) a un effet sur la tendance à maintenir cette liaison à débit lent pour le groupe d'enfants de 5 ans ($F(2,18) = 17,55$; $p < 0,001$), pour le groupe d'enfants âgés de 8 ans ($F(2,18) = 24,166$; $p < 0,01$), ainsi que chez les adultes ($F(2,18) = 14,436$; $p < 0,001$). Ces résultats concordent avec ceux de Malécot (1975).

La figure 3 présente le nombre de liaisons maintenues par chaque groupe d'âge selon la nature grammaticale des mots impliqués dans la liaison. Pour les trois groupes d'âge, on peut mettre en évidence un effet de la nature grammaticale des deux mots impliqués : ($F(3,22) = 23,412$; $p < 0,001$) pour le groupe des 5 ans ; ($F(3,22) = 16,583$; $p < 0,001$) pour le groupe des 8 ans et ($F(3,22) = 13,794$; $p < 0,001$) pour le groupe des adultes. Nous observons que chez les groupes des 8 ans et des adultes, les liaisons les plus maintenues en répétition à débit lent sont celles qui apparaissent entre deux mots très liés syntaxiquement.

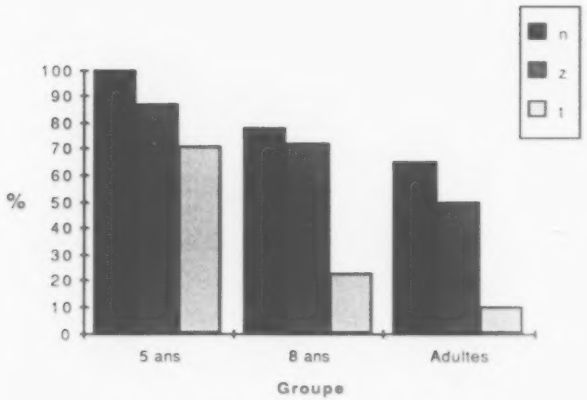


Figure 2 : Pourcentage de liaisons maintenues en fonction du groupe d'âge, pour chaque consonne liaison.

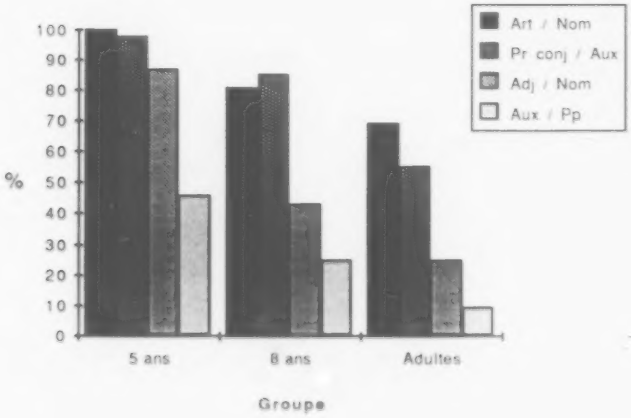


Figure 3 : Pourcentage de liaisons maintenues en fonction du groupe d'âge, selon la fonction grammaticale des mots impliqués dans la liaison.

La cohésion syntaxique entre les mots serait donc un critère qui aurait très vite de l'importance dans la production des liaisons. Nous avons comparé les résultats obtenus par les adultes dans l'épreuve de répétition à débit lent à ceux observés par Malécot (1975) dans son étude du langage en conversation et avons remarqué que les règles qui régissent la production des liaisons en conversation sont celles sur lesquelles se basent les sujets dans notre épreuve de répétition à débit lent. Il apparaît que certaines de ces règles sont appliquées très tôt par les enfants et peut-être même avant qu'ils ne les maîtrisent entièrement.

4. Conclusion

Nos études ont montré que les jeunes enfants avaient tendance à maintenir plus souvent que les adultes les liaisons qui leur étaient proposées et que l'apprentissage du langage écrit jouait un rôle sur ce maintien. Il serait intéressant de pouvoir réaliser la deuxième étude (répétition à débit lent de phrases comportant des liaisons) avec des adultes illettrés et de comparer leurs réponses à celles d'adultes lettrés. Il pourrait également être intéressant de tester des enfants bilingues et de comparer leurs réponses à celles de monolingues. En effet, la liaison est un phénomène très fréquent en français mais moins dans d'autres langues.

Nous pouvons conclure des deux études réalisées que la liaison n'est sans doute pas perçue en tant que telle par le jeune enfant. En français, il y a une tendance à préférer les structures syllabiques C V (consonne - voyelle). Il semble logique, puisque oralement on fait la liaison (donc on recrée une structure syllabique CV), que l'enfant perçoive le mot sous cette forme et le reproduise ensuite sous la même forme.

En ce qui concerne la production de liaisons erronées, nous avons vu que le niveau de langage de l'enfant était un bon prédicteur de sa tendance au maintien erroné des liaisons dans l'épreuve de "pseudo-dénomination".

Il semblerait donc que la production de liaisons erronées soit une étape normale dans le développement langagier de l'enfant.

5. Bibliographie

AITCHISON, J. (1987): *Words in the Mind: An Introduction to the Mental Lexicon*, Oxford/New York, B. Blackwell.

CHANEY, C. (1989): "I pledge a legiance to the flag: three studies in word segmentation", *Applied Psycholinguistics*, 10, 261-281.

CHARLES - LUCE, J. & P.A. LUCE (1990): "Similarity neighbourhoods of words in young children's lexicons", *Journal of Child Language*, 17, 205-215

COLE, R.A. & J. JAKIMIK (1980): "A model of speech perception", in: COLE, R.A. (Ed.), *Perception and Production of Fluent Speech*, Hillsdale NJ, Erlbaum.

FAY, D. & A. CUTLER (1977): "Malapropisms and the structure of the mental lexicon", *Linguistic Inquiry*, 3, 505-520.

FOX, D. & D.K. ROUTH (1975): "Analyzing spoken language into words, syllables and phonemes: A developmental study", *Journal of Psycholinguistic Research*, 4 (4), 331-341.

FILLMORE, C.J. (1975): "An alternative to check list views of meaning", *Proceedings of the First Annual Meeting*, Berkeley Linguistics Society, 123-131.

KLATT, D.H. (1975): "Speech perception: A model of acoustic-phonetic analysis and lexical access", *Journal of Phonetics*, 7, 243-286.

MALECOT, A. (1975): "French liaison as a function of grammatical, phonetic and paralinguistic variables", *Phonetica*, 32, 161-179.

NOOTEBOOM, S.G. (1981): "Lexical retrieval from fragments of spoken words: Beginnings vs endings", *Journal of Phonetics*, 9, 407-424.

POSTMAN, L. & G. KEPPEL (1970): *Norms of Word Associations*, New York, Academic Press.

TRANEL, B. (1987): "Liaison", in: *The Sounds of French: An Introduction*, Cambridge, Cambridge University Press.

WIJNEN, F. (1988): "Spontaneous word fragmentations in children: Evidence for the syllable as a unit in speech production", *Journal of Phonetics* , 16, 187-202.

Choix de langue et alternance codique chez le bilingue en situations de communication diverses : étude expérimentale

Sonia Weil

Résumé

Le but de cette expérience est de mieux comprendre la perception et la production d'énoncés bilingues. Des bilingues suisse-allemand/français ont été confrontés à trois interlocuteurs fictifs : un monolingue français comprenant un peu le suisse-allemand, un bilingue dominant en français et un bilingue équilibré. Les sujets ont écouté et retransmis deux histoires en suisse-allemand à chacun des auditeurs, l'une ayant un contenu uniquement suisse-allemand et l'autre comprenant des code-switchs en français. L'expérience a montré que les sujets ont adapté leur langue de base aux auditeurs et qu'ils n'hésitaient pas à traduire les histoires en français s'ils en ressentaient la nécessité. Par ce processus, leurs énoncés ont subi des influences plus ou moins importantes de la deuxième langue, attribuables à certains facteurs qui déterminent la situation de communication dans laquelle se trouve le bilingue.

1. Introduction

Les objectifs de cette expérience sont d'obtenir des preuves expérimentales en faveur du continuum de situations de communication chez les bilingues, d'étudier les facteurs qui déterminent ces situations, d'analyser les stratégies de production dans les différentes situations et d'obtenir des énoncés bilingues.

La question de Fishman (1965), "WHO speaks WHAT language to WHOM and WHEN?", qui caractérise la situation de communication chez le bilingue, servira de fil conducteur dans ce qui suit.

i) WHO? Les principes ci-dessous gouvernent notre définition de l'individu bilingue :

- "L'unilinguisme et le bilinguisme ne sont pas des catégories discrètes ; il n'y a pas de césure entre eux ; il s'agit plutôt de configurations différentes et variables de facteurs constitutifs de la langue

à l'intérieur d'un seul et même continuum. [...] le bilinguisme [...] est une manifestation originale de compétence et de comportement communicatifs." (Lüdi & Py, 1986 : 169)

- La compétence bilingue est le résultat de certains besoins socioculturels. Le bilinguisme d'une personne "reflète ce besoin : il sera équilibré si le besoin des deux langues est équivalent (phénomène assez rare, d'ailleurs) ; il sera 'dominant' si une langue est utilisée plus qu'une autre" (Grosjean, 1984 : 5). Est donc bilingue une personne qui utilise régulièrement deux langues.

ii) WHOM? Notre situation expérimentale confronte la personne bilingue à trois interlocuteurs dont les compétences linguistiques diffèrent, allant du monolingue à compétence passive dans la seconde langue au bilingue parfait.

iii) WHAT language? Les compétences linguistiques des interlocuteurs ainsi que la situation déterminent l'emplacement sur le "continuum de communication" (Grosjean, 1987 : 117), dont les deux extrêmes sont :

- La situation de communication monolingue idéale, qui ne connaît l'utilisation que d'une seule langue.

- La situation de communication bilingue idéale, qui connaît, à un degré d'utilisation équivalent, l'utilisation de deux langues distinctes (voir Grosjean, 1982 : 320s).

Les situations intermédiaires sont déterminées par la participation de mécanismes des deux extrêmes. Elles se caractérisent par l'utilisation de deux langues, dont l'une, dominante, constitue *la langue de base*. Le choix de la langue de base dépend de facteurs socioculturels, situationnels, fonctionnels et personnels (voir Grosjean, 1982 : 136). Nous partons de l'hypothèse qu'il dépend également du *contenu du message*, ce que Fishman aurait pu désigner par "about what". En effet, la compétence des bilingues est souvent spécialisée selon les contenus des différents contextes dans lesquels ils utilisent chaque langue.

Les marques transcodiques : Nous sélectionnerons trois types de marques transcodiques dans le corpus : le code-switch, l'emprunt et l'interférence (le calque, en particulier).

Le *code-switch* sera défini comme le "passage dynamique d'une langue à l'autre" (Lüdi & Py, 1986 : 146), soumis à certaines contraintes linguistiques (cf. Poplack, 1980). Il se délimite par rapport à *l'emprunt*, "élément du système A [...] inséré dans le système B" (Lüdi & Py, 1986 : 146). Les deux sont des manifestations de la communication bilingue.

Nous définissons *l'interférence* comme la marque d'une interaction involontaire entre deux langues, due à la "superposition inconsciente des systèmes" (Lüdi & Py, 1986 : 146), qui apparaît surtout en situation monolingue. Forme d'interférence, le *calque* est une expression ou une construction en langue de base influencée par les principes de syntaxe, de morphologie ou de formation lexicale de la deuxième langue.

Les stratégies exolingues : Il s'agit de stratégies de 'dépannage' employées lorsque les personnes bilingues sont obligées de n'utiliser qu'une seule langue.

iv) WHEN? L'étude expérimentale qui suit, appelée *Speech Modes Study*, est l'adaptation en 1990 d'une étude effectuée à Boston par F. Grosjean quelques années auparavant.

2. Méthode

Sujets : Les 24 sujets (16 femmes et 8 hommes) avaient entre 20 et 28 ans. La moitié d'entre eux (nous les désignerons par Bi+) se sont estimés "bilingues" dans le sens qu'ils ont acquis le français pendant leur enfance, dans le cadre familial. Les 12 autres (les Bi-) ont prétendu ne pas être bilingues, partant apparemment de la définition traditionnelle du bilinguisme selon laquelle il faut acquérir la seconde langue durant l'enfance et en famille. Or, ils n'ont appris le français qu'à partir de l'âge de 11 ou 12 ans, à l'école. En fait, les sujets étaient tous bilingues SA/F[1] : ils ont dit utiliser régulièrement les deux langues et se sentir relativement à l'aise en français. Aucun n'a déclaré être dominant en français.

Matériel : Les éléments de l'expérience ont été préenregistrés et combinés[2]. (Durée totale : 1 1/4 heure. Appareils : Double cassette Deck RDW266, Sanyo / Walkman DC2,

[1] SA = suisse-allemand , F = français

[2] - Instructions générales // instr. pour la première partie / description du premier auditeur (2x) / histoire d'essai (3x) / brèves instr. / 1ère hist., bi (3x) / brèves instr. / 2ème hist., mono (3x) // instr. pour la seconde partie / descr. du deuxième auditeur (2x) / 3ème hist., bi (3x) / brèves instr. / 4ème hist., mono (3x) // instr. pour la troisième partie / descr. du

Sony). Comme documents écrits, nous avions les fiches signalétiques des auditeurs, 7 feuilles vierges numérotées pour la prise de notes, le texte final en français destiné à la lecture à haute voix et un questionnaire avec échelle de réponse de 1 à 7.

Procédure : Les sujets ont été confrontés à trois auditeurs fictifs (A1, A2 et A3)[3]. Ils ont écouté deux fois de suite la description détaillée de chacun de ces auditeurs, dont ils détenaient une fiche signalétique avec photographie. La tâche était ensuite de retransmettre deux histoires à chacun d'eux (tout en croyant que le but de l'expérience était de retransmettre un maximum d'informations). Ils ont écouté chaque histoire 3 fois, prenant des notes dès la seconde écoute. La première des histoires était en langue de base SA avec des code-switchs en F (HSA/f) et traitait d'un sujet français. La deuxième histoire était uniquement en SA (HSA) et concernait un sujet suisse alémanique (bâlois). (Racontées à la première personne par l'expérimentatrice, les histoires ont été reproduites à la troisième personne.) Une histoire monolingue supplémentaire servait d'essai au début de l'expérience. Après avoir raconté les 6 histoires, les sujets ont lu un texte français à haute voix. Finalement, ils ont rempli un questionnaire concernant leurs habitudes linguistiques et leurs impressions sur l'expérience.

Trois groupes de 8 sujets ont été établis, constitués chacun de 4 Bi+ et 4 Bi-. Les auditeurs et les histoires ont été attribués dans un ordre différent à chaque groupe[4].

L'expérience a eu lieu au domicile de l'expérimentatrice, dans un cadre familier. Les sujets disposaient des documents écrits, d'un Walkman pour écouter les enregistrements et d'un appareil enregistreur. La durée totale de l'expérience par sujet était d'environ deux heures.

Analyse des données : Le corpus d'environ 8 heures d'enregistrement a été soumis aux analyses suivantes :

- décompte des histoires selon la langue de base,
- transcription partielle des marques transcodiques et des stratégies exolingues,

---

troisième auditeur (2x) / 5ème hist., bi (3x) / brèves instructions / 6ème hist., mono (3x) // brèves instr. pour lecture du texte final en F.

[3] - Olivier R. (A1) : Parisien, spécialiste de grammaire française, responsable de l'enseignement du français à l'université de Zurich depuis une année, de langue maternelle française, connaissances rudimentaires du SA, utilise le F avec tout le monde, ne connaît Bâle que par les *Etudes françaises*, épouse française.
- Jean-Claude M. (A2) : Lausannois, spécialiste en linguistique théorique, dirige des séminaires de linguistique à l'université de Zurich, de langue maternelle française, parle le suisse allemand dans la vie de tous les jours, collègues francophones, ses amis parlent le français ou le SA, amis bâlois, épouse lausannoise, parle essentiellement le F à la maison mais parfois aussi le SA.
- Bruno S. (A3) : Biennois, sociolinguiste (spécialiste du français en contact avec d'autres langues), dirige une étude pour l'université de Zurich, langue maternelle F, aussi habitué au SA qu'au F, utilise les deux langues dans la vie professionnelle et privée, épouse bâloise, famille et amis à Bâle (où il séjourne souvent).

[4] groupe 1 : A1 : bi1/mono1 A3 : bi2/mono2 A2 : bi3/mono3
groupe 2 : A3 : bi3/mono3 A2 : bi1/mono1 A1 : bi2/mono2
groupe 3 : A2 : bi2/mono2 A1 : bi3/mono3 A3 : bi1/mono1
(Les bi1, bi2 et bi3 sont les 3 histoires bilingues, désignées par HSA/f; les mono1, mono2 et mono3 sont les trois histoires monolingues, c'est-à-dire les HSA.)

BEST COPY AVAILABLE

- calcul du débit d'information (unités d'information/temps) pour chacune des 144 histoires,
- relevé des marques transcodiques et des stratégies exolingues,
- évaluation des réponses au questionnaire.

3. Résultats et discussion

3.1. Choix de langue

Le Tableau 1 ci-dessous présente le pourcentage de sujets qui ont choisi le français comme langue de base en fonction de l'auditeur et de l'histoire. Comme nous pouvons le constater, il existe une relation directe entre le type de locuteur et le choix de la langue de base.

	Auditeur A1	**Auditeur A2**	**Auditeur A3**
Histoire avec code-switchs (HSA/f)	96%	75%	25%
Histoire sans code-switchs (HSA)	100%	71%	25%

Tableau 1 : Pourcentage de sujets qui choisissent le français comme langue de base en fonction de l'auditeur et de l'histoire

a) Le français comme langue de base

Auditeurs : Les réponses quantitatives et verbales aux questions posées aux sujets concernant le choix du français[5] confirment l'hypothèse d'une

---

[5] Si vous avez choisi le français, pour quelles raisons avez-vous agi ainsi?

a) L'auditeur ne sait pas assez bien le suisse-allemand pour vous comprendre.
b) L'auditeur n'aime pas qu'on lui parle en suisse-allemand.
c) Vous avez assez d'aisance en français pour lui raconter cette histoire.
d) Autres raisons.

Réponses : (sur l'échelle *Pas du tout 1 2 3 4 5 6 7 Tout à fait*) :

a)	A1 : 6	A2 : 3.1	A3 : 1.5
b)	A1 : 4	A2 : 2.4	A3 : 1.5
c)	A1 : 5.2	A2 : 5.1	A3 : 4.8

attitude 'altruiste' de leur part, tenant compte surtout de la compétence, mais aussi de la préférence de leur auditeur. Toutefois, quatre sujets sur onze ont avancé des arguments dénotant une ambition personnelle de prouver leur compétence en F (p. ex. "Je parle français avec un francophone", "Préfère français avec francophones même si parlent allemand"). Ce désir, d'une part, de 'bien faire' envers les auditeurs et, d'autre part (plus rarement), de réagir selon certains principes rigides, suggère que la situation expérimentale a été interprétée comme une situation de communication *formelle*, où, faute de possibilité d'intervention de l'auditeur, la langue de base n'a pu être négociée.

Les sujets qui prétendent toujours parler le français aux francophones (alors que dans la vie courante ils ne sont pas fidèles à ce principe) se trouvent parmi les six sujets qui ont maintenu le F avec A3. Ayant indiqué un taux d'aisance plus élevé que les autres durant l'expérience (5 par rapport à 4.3), ces 6 sujets prétendent avoir mieux gardé à l'esprit leurs auditeurs (4.5 par rapport à 3.9) et sont plus sûrs d'eux quant à l'adaptation de leur langue aux auditeurs (6.3 par rapport à 5.7).

Type d'histoire : Sur les 72 fois où un sujet s'est adressé à un auditeur, il n'y a que deux cas où l'histoire bilingue est racontée dans une autre langue que l'histoire monolingue. Les réponses des sujets sur ce point nous portent à croire que les deux sujets en question jugeaient adéquat de parler en SA ; s'ils ont tout de même traduit la HSA/f, c'est parce que les termes importants y figuraient déjà en français.

Nous concluons que le choix de langue de base dans cette situation expérimentale dépend moins du contenu de l'histoire que des compétences de l'auditeur ainsi que de ses préférences linguistiques.

b) Le suisse allemand comme langue de base

L'opinion des sSA[6] de leurs auditeurs diffère légèrement de celle des sF[6] dans le sens qu'ils ont estimé A2 et A3 plus capables de les comprendre correctement et plus ouverts au SA. Les réponses au questionnaire et le fait qu'il y ait eu peu de commentaires supplémentaires démontrent que les sujets n'ont parlé en SA que lorsqu'ils étaient

[6] sSA = les sujets qui ont parlé le SA ; sF = ceux qui ont parlé le F.

parfaitement certains d'être compris et qu'ils n'ont pas ressenti la nécessité de justifier leur choix. Cependant, trois des réponses verbales au questionnaire suggèrent que le choix du SA pouvait aussi, pour certains, résulter du souci d'éviter l'effort de traduire.

3.2. Transmission des informations

Chaque histoire entendue contenait un certain nombre d'unités d'information[7] que les sujets cherchaient à reproduire dans leur totalité.

a) Histoires retransmises en français

Les pourcentages d'unités d'information transmises en fonction des auditeurs et des histoires sont les suivants :

A1 : HSA/f : 89.56 HSA : 84.87

A2 : HSA/f : 91.41 HSA : 86.94

A3 : HSA/f : 92.67 HSA : 89.67

Les différences entre les auditeurs ne sont pas significatives, ce qui signifie que la préférence linguistique de ceux-ci n'a pas d'incidence sur la quantité d'informations transmises. Quant à la différence entre les deux types d'histoires, elle est significative chez A1 ($p < 0.05$). En supposant qu'un plus grand nombre de sujets aurait donné des résultats significatifs également pour A2 et A3, nous postulons que le type d'histoire pourrait avoir influencé la quantité d'informations transmises.

Il va de soi que le débit des retransmissions (nombre d'unités d'information/temps) est plus lent que celui des histoires entendues[8]. Trois observations s'imposent cependant. Premièrement, le débit augmente légèrement de A1 à A3, laissant supposer que le récit destiné à A1 demandait plus de commentaires. Deuxièmement, il n'y a pas de différence entre les deux types d'histoires, alors que l'on aurait pu s'attendre à un débit plus rapide dans les HSA/f qui sont plus simples à

[7] Le nombre d'unités d'information des histoires originales varie entre 25 et 28 (pour une durée de 1'43 à 1'53).

traduire. Troisièmement, le débit des six sujets qui ont parlé le français à A3 est plus rapide que celui des autres sF.

b) Histoires retransmises en suisse-allemand

Les pourcentages d'unités d'information transmises dans les histoires en SA (entre 89% et 91%) ne diffèrent pas en fonction des situations de communication ni en fonction des deux types d'histoires. De plus, ils ne sont pas plus élevés que pour les histoires retransmises en F. (Il semblerait que les code-switchs dans les HSA/f n'aient pas été mieux mémorisés que les informations données uniquement en SA.) Le débit d'information, qui se situe entre 5.2 et 6.4 sec. par unité d'information, est toutefois sensiblement plus rapide en SA.

3.3. Marques transcodiques

a) Influence du suisse-allemand en français

La Figure 1 ci-dessous présente le nombre des marques transcodiques produites dans les histoires retransmises en français.

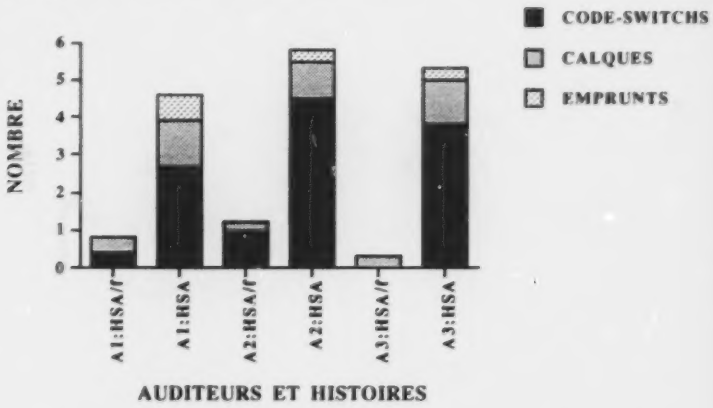


Figure 1. Nombre de marques transcodiques (code-switchs, calques et emprunts) en fonction de l'auditeur (A1, A2, A3) et de l'histoire (HSA/f et HSA).

[8] Dans les histoires entendues, nous trouvons une unité d'information toutes les 4 à 4.5 secondes. Dans les histoires retransmises, elle apparaît toutes les 6.6 à 7.6 secondes.

Code-switchs : Les différences du nombre de code-switchs d'un auditeur à l'autre ne sont pas significatives, mais nous postulons qu'elles pourraient l'être avec plus de sujets. Si la progression de A1 à A2 ne continue pas chez A3, c'est qu'il s'agit chez ce dernier de la production des 6 "puristes". L'analyse détaillée montre qu'ils font généralement moins de code-switchs que les autres sF, mais que leur nombre de code-switchs s'accroît de A1 à A3.

Ce comportement est reflété dans les réponses données aux questions "L'auditeur se sert-il de code-switchs ou d'emprunts?" (A1:2.4 / A2:3.4 / A3:4.8) et "L'auditeur a-t-il une attitude positive envers le code-switching?" (A1:2.5 / A2:3.9 / A3:5.7). Notons que les sujets se basent sur la définition des code-switchs et des emprunts comme des "changements de langue".

Le questionnaire offrait une série de questions concernant les habitudes des sujets en matière de code-switching ainsi que sur les raisons du nombre de code-switchs émis dans l'expérience. Quelques données ressortent des réponses :

- Bien que les questions sur le code-switching aient été répétées pour chacune des 6 histoires, la plupart des sujets n'y ont répondu que trois fois, considérant apparemment leurs réponses valables pour les deux types d'histoires. Ainsi, ils semblent ne pas avoir attaché d'importance à la différence dans le nombre de code-switchs entre les deux types d'histoires. Certains d'entre eux ont d'ailleurs exprimé la préoccupation de rester fidèles au texte initial, c'est-à-dire de préserver les termes originaux.

- Les sujets ont été davantage concernés par le fait que l'auditeur pourrait ne pas comprendre leurs code-switchs, que par le fait qu'il pourrait ne pas les aimer - signe d'une attitude utilitaire.

- 32 sur 35 sujets ont estimé avoir fait peu de code-switchs.

- Les sujets ont soutenu que le code-switching n'était pas un phénomène courant pour eux (utilisation dans la vie de tous les jours : 3.3; dans le cadre de leurs études ou de leur vie professionnelle : 2.9; attitude générale envers le code-switching et l'emprunt en général : 4). Cependant, les taux relativement bas obtenus pour la question sur leur attitude

personnelle nous portent à croire à des réponses normatives. L'analyse selon les types de sujets (les 6 "puristes", les Bi- et les Bi+) démontre que plus les bilingues sont incertains de leurs compétences linguistiques, plus ils sont ouverts au code-switching. Leur jugement métalinguistique s'adapterait donc à leur propre compétence.

- Finalement, les rares réponses obtenues sur la situation expérimentale montrent que celle-ci n'a pas influencé la production de code-switchs.

Calques : Le corpus ne contient que des calques produits en français dus à l'interférence du suisse-allemand. Les HSA/f étant moins difficiles à traduire en français que les HSA, il va de soi qu'elles contiennent moins de calques, eux-mêmes produits par moins de sujets[9]. Nous laisserons de côté le détail de la nature de ces calques, répertoriés selon différents critères syntaxiques (articles, prépositions, concordance des temps, etc.) et phonétiques.

Emprunts : Les emprunts SA en F proviennent exclusivement de mots SA déjà présents dans les histoires entendues. Ce sont souvent des désignations officielles d'institutions ou de spécialités suisse-alémaniques. Nous supposons que le fait d'emprunter certains mots, c'est-à-dire de les intégrer phonétiquement et morphologiquement, était pour les sujets une façon de camoufler un code-switch. Ceci expliquerait la raison pour laquelle le taux d'emprunts chez A1 est légèrement plus élevé que chez les autres auditeurs (la différence n'étant toutefois pas significative).

b) Influence du français en suisse-allemand

Dans les histoires retransmises en SA, le corpus ne comprend aucun calque français et un seul emprunt. Quant aux code-switchs, étant donné qu'ils sont tous repris des histoires HSA/f (à savoir 77% des code-switchs originaux chez A2 et 75% chez A3), il existe une forte différence entre les deux types d'histoires. D'après les rares réponses pertinentes données dans le questionnaire, les sujets auraient repris ces code-switchs pour maintenir

---

[9] Part des sujets sur le total des sF dont les énoncés contiennent des calques :

A1 :	HSA/f :	22%	HSA :	67%
A2 :	HSA/f :	11%	HSA :	59%
A3 :	HSA/f :	33%	HSA :	50%

le plus d'informations possible et pour les transmettre le plus exactement possible ; ce souci d'authenticité résulte de la difficulté de rendre les HSA/f uniquement en SA.

3.4. Stratégies

Le corpus contient des exemples de stratégies telles que la répétition, l'explication, la paraphrase ou le commentaire. La plupart d'entre elles doivent être attribuées aux conditions expérimentales (mode oral, absence physique de l'auditeur, type d'histoire, etc.). Environ 50% des code-switchs SA du corpus français sont accompagnés de remarques ou d'explications supplémentaires en langue de base : code-switch suivi d'une explication sur son contenu ; traduction du code-switch avant sa production ; code-switch accompagné d'un commentaire métalinguistique ayant pour fonction de l'excuser, etc. Cela s'explique, entre autres, par le fait que le sujet ne connaît pas la traduction du code-switch ou que le terme est intraduisible (Alber & Oesch-Serra, 1987 : 39).

Environ la moitié des code-switchs destinés à A1 sont en allemand standard et non en SA ; chez A3, il n'y en a plus qu'un tiers. L'utilisation de l'allemand standard apparaît comme une stratégie destinée, d'une part, à faciliter la compréhension de l'auditeur et, d'autre part, à 'atténuer' un code-switch. En effet, ceux-ci concernent soit des termes typiquement SA, n'existant pas en allemand standard (leur traduction étant donc une tentative de simplifier la compréhension), soit des désignations officielles d'institutions et de notions universitaires. Le fait que les notes prises par les sujets et sur lesquelles ils se sont basés pour retransmettre les histoires aient été en grande partie rédigées en allemand standard joue certainement un rôle.

4. Discussion générale

Plusieurs facteurs expliquent le comportement linguistique des sujets dans cette étude :

a) La personnalité linguistique du locuteur : Nous avons pu regrouper les sujets sur la base de leur performance et de leur personnalité. Bien qu'il soit difficile de différencier les sujets Bi+ et Bi- sur la base de leur production linguistique, il est évident que leur discours métalinguistique

les sépare : les Bi- ont moins confiance en leur compétence et leur performance linguistiques, ce qui se manifeste dans un degré de purisme moins élevé que chez les Bi+. En outre, le choix de 6 sujets de maintenir le français avec A3 est, en quelque sorte, inapproprié (A3 préférerait probablement entendre une histoire bien retransmise en SA que traduite en F). Il n'est cependant pas clair si ce fait doit être attribué à une certaine 'arrogance francophile' ou à l'interprétation inadéquate de la tâche expérimentale. De toute évidence, le purisme plus élevé de ces 6 sujets est une conséquence de leur aisance particulière en français.

b) La personnalité de l'auditeur : La plupart des sujets ont manifesté une attitude 'altruiste' dans le sens qu'ils se sont adaptés à la personnalité linguistique des auditeurs (leur compétence mais aussi leur attitude), ou du moins à la représentation qu'ils s'en sont faite. Les trois profils d'auditeurs ont en tout cas produit des comportements souvent très différents.

c) Le contenu du message : Si les particularités linguistiques et culturelles des histoires n'ont pas eu l'effet attendu, cela s'explique en partie par le fait que la situation expérimentale mettait l'accent sur l'auditeur, et ainsi ne laissait pas aux sujets la liberté de se concentrer sur le contenu. Par contre, celui-ci a eu des répercussions sur le nombre d'informations transmises ainsi que sur la nature et le nombre de marques transcodiques.

d) La situation expérimentale : Certains résultats montrent que les réactions des sujets résultaient parfois d'attitudes figées, ce qui porte à croire que la situation expérimentale a généralement été interprétée comme une situation de communication formelle. Les raisons probables sont l'impossibilité d'une communication directe entre les sujets et les auditeurs ainsi que la présence constante de l'expérimentatrice. Une nouvelle expérience devrait envisager un moyen permettant aux sujets de prendre contact directement avec les auditeurs, sans que ceux-ci puissent toutefois influencer les locuteurs.

La présente étude fait figure d'expérience pilote. Une nouvelle recherche de plus grande envergure (avec un nombre plus important de sujets) permettrait de confirmer les tendances que nous avons dégagées ici.

5. Bibliographie

ALBER, J.L. & C. OESCH-SERRA (1987): "Aspects fonctionnels des marques transcodiques et dynamiques d'interaction en situation d'enquête", in: LÜDI, G. (Ed.), *Devenir bilingue - parler bilingue*, Tübingen, Niemeyer.

FISHMAN, J.A. (1965): "Who speaks What language to Whom and When?", *Linguistique* , 2, 67-88.

GROSJEAN, F. (1982): *Life With Two Languages*, Cambridge, Mass/ London, Harvard UP.

GROSJEAN, F. (1984): "Le bilinguisme : vivre avec deux langues", *BULAG*, 11, 4-25.

GROSJEAN, F. (1987): "Vers une psycholinguistique expérimentale du parler bilingue", in: LÜDI, G. (Ed.), *Devenir bilingue - parler bilingue*, Tübingen, Niemeyer.

LÜDI, G. (1987): *Devenir bilingue - parler bilingue*, Tübingen, Niemeyer.

LÜDI, G. & B. PY (1986): *Etre bilingue*, Berne/Francfort a. M./New York, Lang.

POPLACK, S. (1980): "'Sometimes I'll start a sentence in English Y TERMINO EN ESPANOL': toward a typology of code-switching", *Linguistics* , 18, 581-618.

Travaux d'orthophonie

103

TRANEL (Travaux neuchâtelois de linguistique), 1994, 21, 113-127.

La méthode verbo-tonale appliquée à un groupe d'enfants sourds

Dominique Dubray & Véronique Kramer

Résumé

L'objectif principal de cette étude est de montrer l'apport possible de la méthode verbo-tonale dans le développement de la parole d'enfants sourds. Nous avons recueilli et analysé les productions de 4 enfants dans le cadre de séances de verbo-tonale et les avons comparées aux descriptions faites dans la littérature et à des productions semblables recueillies et analysées dans une situation de répétition "classique". Les résultats montrent que certains paramètres de la parole semblent bénéficier de l'apport de la méthode alors que ce n'est pas le cas pour d'autres.

1. Introduction

Qui n'a jamais entendu parler un sourd profond ne peut se rendre compte des difficultés que peut provoquer ce handicap à tous les niveaux du langage oral. Qui n'a jamais pénétré dans le monde qui gravite autour de la surdité ne peut se rendre compte du nombre et de la complexité des moyens et techniques mis en œuvre pour "apprendre aux sourds à parler"!

Lors de notre travail avec des enfants sourds, l'une des méthodes que nous avons rencontrée, la verbo-tonale, nous a paru particulièrement digne d'intérêt car elle comprenait une dimension que les autres, à notre sens, ne possédaient pas : celle de prendre en compte la globalité de l'individu. Pour une fois, une méthode ne se contentait plus d'agir exclusivement et d'une manière artificielle sur un des aspects de la langue, mais tentait d'exploiter chaque canal perceptif de la personne, tout en favorisant un apprentissage "en douceur".

La méthode verbo-tonale est une méthode favorisant les productions orales à l'aide de mouvements corporels, pour l'articulation, et de comptines, pour la prosodie. Cette technique donne une importance égale aux stimulations visuelles et auditives. Dans la méthode verbo-tonale créée par Guberina (1956, 1965), on s'attache à réaliser dans

l'apprentissage du langage l'unité entre le "verbe" (le sens de ce que l'on dit) et la "tonalité" (la forme audible, compréhensible qu'on emploie pour dire). De plus, la méthode verbo-tonale tente d'établir des situations de communication réelles impliquant tous les paramètres entrant dans la définition d'une communication globale : l'ensemble des sons signifiants, la participation corporelle à l'émission de la parole, l'aspect rythmique et mélodique du langage, en utilisant le plus vite possible un matériel signifiant. Cette technique a donc pour objectif de rendre l'apprentissage du langage par l'enfant malentendant le plus proche possible de l'acquisition normale du langage par les entendants.

La méthode comporte certains principes et certaines applications : communication globale (la verbo-tonale tient compte de "tous" les éléments d'une situation de communication réelle), rôle du corps (celui-ci sert de macro-mouvement pour amplifier ce qui se passe au niveau des organes articulatoires), rôle de la prosodie (on part du rythme et de l'intonation pour arriver aux logatomes, aux mots, aux phrases, etc.), développement des restes auditifs (à l'aide d'un appareillage spécifique, on tente de faire passer l'audition de tous les sons du langage sur le champ optimal de l'enfant sourd).

Il est important de prendre un certain recul face à cette méthode et d'envisager de quelle manière elle pourrait être utilisée de façon différente dans une pratique logopédique avec des enfants sourds profonds. Le principe de communication globale tel qu'il est défini dans la méthode ne comprend que quelques éléments : la relation enfant-thérapeute, un matériel linguistique signifiant, la prosodie et le rôle du corps. Quant à nous, il nous semble que la notion de communication est bien plus large. Il s'agit tout d'abord de comprendre pourquoi on communique, avec qui, dans quelles situations et selon quelles règles. C'est pourquoi nous pensons que la méthode verbo-tonale devrait être utilisée dans un contexte de communication où la langue des signes, langue naturelle des sourds, intervient en tout premier lieu en permettant à l'enfant d'acquérir cette "compétence de communication" dont parle Hymes : "En même temps qu'ils acquièrent la connaissance des règles de la langue, les enfants apprennent aussi les conditions d'utilisation des phrases" (De Pietro, 1990).

De plus, il s'agit d'une situation d'imitation, de répétition de sons, de mots ou de phrases accompagnés de gestes et intégrés ou non dans des rythmes musicaux. Peut-on parler dans ce cas de situation de communication réelle ? Y a-t-il échange véritable ? Ainsi, bien que cela ne soit pas notre propos dans ce travail, il nous a paru utile de préciser dans quelle optique cette méthode nous a intéressées : il ne s'agit pas ici pour nous de parler de la méthode verbo-tonale en terme de démutisation et dans une perspective oraliste (ce qu'à l'origine semble préconiser Guberina et ce que font encore de nombreux praticiens). Nous envisageons au contraire son utilisation dans un contexte bilingue où la communication, quelle que soit la langue (LSF ou langue orale), est primordiale et est considérée comme l'acquisition la plus importante que doit faire l'enfant. Ainsi, nous envisageons l'utilisation de la verbo-tonale non pas comme une "méthode" mais comme un moyen parmi d'autres de faciliter la production orale des enfants sourds.

L'objectif principal de notre étude[1] est de montrer certains apports possibles de la méthode verbo-tonale dans le développement de la parole d'enfants sourds. Pour ce faire, nous avons recueilli et analysé leurs productions dans le cadre de séances de verbo-tonale et les avons comparées aux descriptions faites dans la littérature et à des productions semblables recueillies et analysées dans une situation de répétition "classique".

Dans toutes les analyses que nous avons effectuées, nous avons situé les enfants par rapport à une norme (représentée suivant les cas par la logopédiste ou des enfants entendants), ce qui nous a permis d'effectuer deux types de comparaison : a) entre les résultats obtenus en situation de verbo-tonale et les descriptions fournies par la littérature, et b) entre les résultats du niveau segmental obtenus en situation de verbo-tonale et en dehors.

[1] Basée sur un travail de mémoire d'orthophonie (Dubray & Kramer, 1991).

2. *La parole en situation de verbo-tonale*

2.1. Méthode

Sujets : Nous avons observé un groupe de quatre enfants ayant tous une surdité de perception (trois sourds profonds et un sourd sévère à profond) qui, bien qu'ils ne soient pas du même âge, font tous partie de la même classe de l'Ecole Cantonale pour Enfants Sourds du Canton de Vaud (niveau deuxième enfantine/première primaire).

Matériel linguistique : A partir de cinq phonèmes (/p, b, a, i, u/), nous avons élaboré six comptines nous permettant d'observer à la fois l'articulation et la prosodie. Ces comptines ont toutes la même structure : CV CV* ; VCV CV* ; CVCV CV* (C = consonne ; V = première voyelle ; V* = deuxième voyelle). Voici un exemple : /pa pi/ ; /apa pi/ ; /papa pi/ ; la pipe.

Procédure : Nous avons enregistré les enfants sourds pendant des séances de verbo-tonale qui se déroulaient quasiment normalement si ce n'est que le matériel linguistique était sélectionné en fonction de notre recherche. Puis, la logopédiste donnait aux enfants un modèle de comptine qu'ils répétaient une ou deux fois tous ensemble. Ensuite, chaque enfant séparément reprenait la comptine qui était alors enregistrée.

Analyse des données : Au niveau supra-segmental, nous avons observé pour chaque comptine les variables temporelles suivantes : le débit (la vitesse d'élocution en tenant compte du temps de pause) ; la vitesse d'articulation (la vitesse d'élocution sans tenir compte du temps de pause) ; les pauses (les silences dans la chaîne parlée) ; le temps d'articulation et le temps de pause (exprimés en pourcentage) ; le rythme (la répartition des temps de parole et des temps de pause dans le temps). Nous avons également étudié l'intonation en mesurant la variation de la hauteur de la voix obtenue grâce aux mesures de la fréquence fondamentale et de ses variations ainsi qu'à la direction que prend celle-ci dans la suite sonore (montée - stabilité - descente). Enfin, au niveau segmental, pour chaque consonne, nous avons observé la durée et la présence ou l'absence d'un prévoisement. Pour chaque voyelle, nous avons calculé la durée et l'amplitude des harmoniques.

Analyses statistiques : Pour toutes ces données, nous avons effectué différentes analyses statistiques afin de constater s'il existait des différences entre les résultats de la logopédiste et ceux des enfants, et entre les résultats des enfants les uns par rapport aux autres.

2.2. Résultats et discussion

Niveau supra-segmental : La Figure 1 ci-dessous présente le rythme (répartition du temps d'articulation et du temps de pause) des quatre enfants (E) et de la logopédiste (A)[2]. Nous observons qu'il est beaucoup plus saccadé chez les enfants sourds que chez l'adulte, ce qui est dû au nombre de pauses plus élevé. Pour les enfants, le geste et la parole forment un tout dirigé par le geste : lorsqu'ils arrêtent un mouvement, ils arrêtent de parler. Etant donné qu'un geste correspond à une syllabe, les enfants s'arrêtent après chaque syllabe. D'autres explications seraient liées aux éventuels problèmes de mémorisation des enfants ou aux problèmes de respiration et de la tenue du souffle. La littérature décrit le rythme d'enfants sourds comme anormal, irrégulier et lent. Celui trouvé ici est également anormal mais on ne peut pas le qualifier d'irrégulier ou lent. Nos résultats semblent donc montrer un apport de la méthode verbo-tonale à ce niveau.

Figure 1 : Le rythme des sujets basé sur la répartition temporelle du temps d'articulation (TA) et du temps de pause (TP) en pourcentages. Chaque zone noire représente le temps d'articulation (6 mesures en moyenne) et chaque zone blanche représente le temps de pause (6 mesures en moyenne).

[2] Dans les figures présentées, A = adulte-logopédiste, E = enfants.

En ce qui concerne l'intonation, nous savons d'après la littérature que les sourds ont en général une variation de la fréquence fondamentale beaucoup plus élevée que la norme. Or, nous n'avons pas retrouvé ce phénomène dans notre étude. La Figure 2 ci-dessous présente l'écart-type de la fréquence fondamentale (en Hertz) des quatre enfants (E) et de la logopédiste (A). Nous constatons une variation égale, voire inférieure, à celle du modèle, ce qui est confirmé par une analyse statistique. Ce paramètre semble donc être bien maîtrisé par ces enfants.

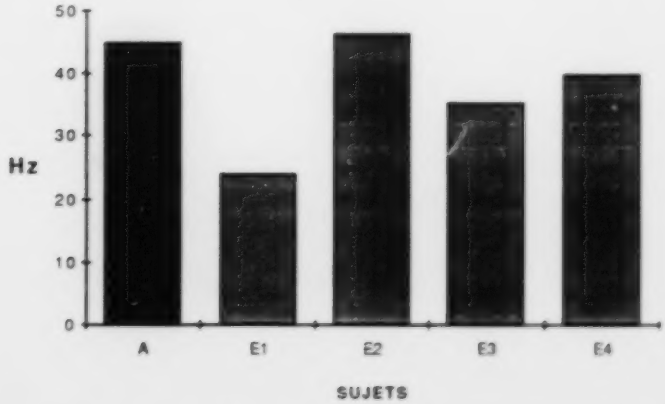


Figure 2 : L'écart type de la fréquence fondamentale (en Hertz) des sujets. Chaque colonne représente la moyenne de 6 écarts types.

Un autre résultat nous paraît intéressant : contrairement à l'idée répandue que les sourds ont une intonation monotone, nous avons observé que trois enfants sur quatre présentaient une fréquence fondamentale variée avec des montées, des descentes et des états stables (voir la Figure 3, page suivante). Il serait donc possible que dans un contexte tel que le propose la méthode verbo-tonale, les enfants soient plus sensibilisés aux variations de la mélodie. Ceci d'autant plus que la littérature remarque une tendance aux montées, alors que la majorité des enfants que nous avons observés dans cette étude tendent à produire des intonations descendantes en fin d'énoncé.

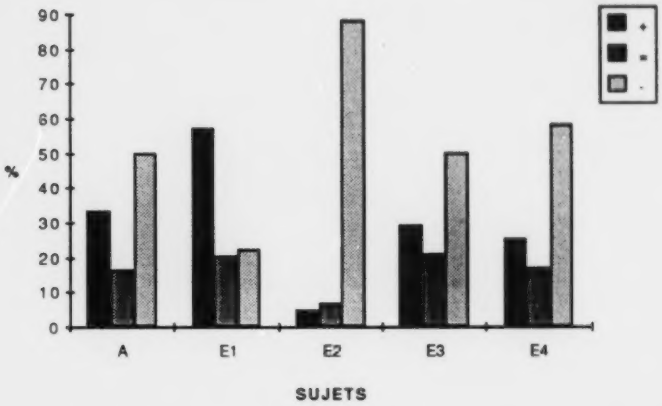


Figure 3 : La direction de la fréquence fondamentale (en pourcentages) dans les comptines des sujets : montée (+), stabilité (=), descente (-). Les moyennes ont été effectuées sur 48 mesures pour les enfants et 18 pour la logopédiste.

Niveau segmental : Contrairement à la littérature qui décrit une confusion sourdes / sonores pour les consonnes, nos résultats montrent que trois enfants sur quatre prévoisent plus le /b/ que le /p/ (voir Figure 4, page suivante) et que tous émettent le /b/ avec une durée plus longue que le /p/ (voir Figure 5, page suivante).

Pour ce qui est des voyelles, elles dont décrites comme étant souvent émises avec conformité, ce qui nuit à leur identification. Or, les mouvements des formants des voyelles sont particulièrement importants pour que l'auditeur puisse percevoir les voyelles elles-mêmes ainsi que les consonnes adjacentes. Mais, chez les sourds, ces formants sont peu ou mal différenciés. Certains auteurs (ex.: Monsen, 1983) l'expliquent par le fait que le placement de la langue, essentiel pour la production des formants, n'est pas visible et donc difficilement perçu par le sourd. Dans notre étude, aucune tendance ne se dégageait clairement, chaque enfant se comportant différemment selon les situations.

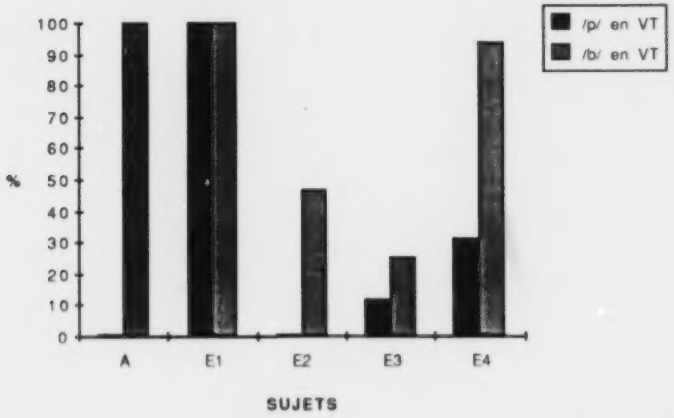


Figure 4 : Le prévoisement (en pourcentages) des consonnes /p/ et /b/ pendant les séances de verbo-tonale (VT). Chaque colonne repose en moyenne sur 18 mesures.

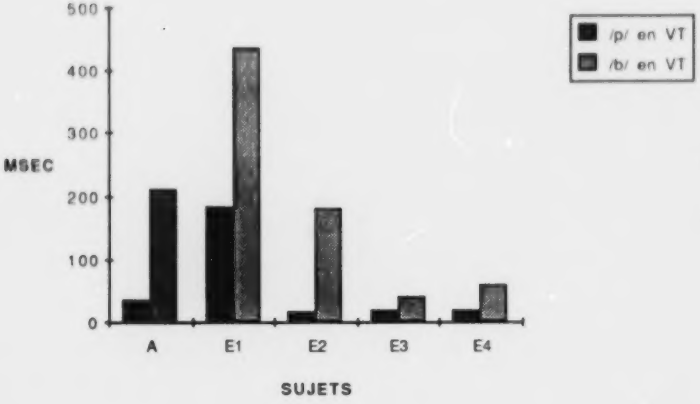


Figure 5 : La durée (en millisecondes) des consonnes /p/ et /b/ pendant les séances de verbo-tonale (VT). Chaque colonne repose en moyenne sur 18 mesures.

3. *La parole hors situation de verbo-tonale*

3.1. Méthode

Sujets : Ce sont les mêmes sujets que dans la situation en verbo-tonale. Nous avons en plus enregistré deux enfants entendants (une fille et un garçon) ne présentant pas de troubles logopédiques afin de pouvoir comparer les spectres des enfants sourds à une norme.

Matériel linguistique : Comme cela n'avait pas de sens de produire la comptine sans les gestes, puisque pour les enfants cela forme un tout, nous nous sommes limitées à la comparaison de l'articulation segmental et n'avons pas tenu compte de la prosodie. En fait, nous avons repris les premiers éléments de chaque comptine avec la structure suivante : CV/VCV/CVCV (ex. : /pa - apa - papa/).

Procédure : Nous avons enregistré les enfants sourds munis de leurs contours d'oreille lors de séances individuelles. La logopédiste se trouvait face à l'enfant et produisait, en l'accompagnant des gestes du LPC (Langage Parlé Complété : méthode d'aide à la lecture labiale), un des logatomes (ex.:/apa/) que l'enfant répétait immédiatement le mieux possible. La même procédure a été utilisée avec chacun des logatomes que nous avions sélectionnés. Pour les enfants entendants, il s'agissait d'une situation de répétition "classique" (sans LPC) où nous étions nous-mêmes le modèle à imiter.

Analyse des données : Au niveau segmental, nous avons effectué des analyses acoustiques identiques à celles de la situation en verbo-tonale. Les mêmes tests statistiques ont été utilisés. La seule différence réside dans le fait que les harmoniques des sujets sourds et de la logopédiste ont été corrélées avec celles des enfants entendants.

3.2. Résultats et discussion

Au niveau de la durée du prévoisement des consonnes ainsi que de leur durée totale, si nous comparons les productions hors verbo-tonale (Figures 6 et 7, page suivante) avec celles en verbo-tonale (Figure 4 et 5, page précédente), nous remarquons que les consonnes durent plus longtemps en situation de verbo-tonale qu'en dehors. En situation de verbo-tonale, le rapport entre le prévoisement des consonnes et leur durée est visible (Figures 4 et 5), ce qui n'est pas le cas hors verbo-tonale (Figure 6 et 7) pour trois enfants (E2, E3 et E4). On peut en conclure que le voisement dure beaucoup moins longtemps dans la situation hors verbo-tonale. Nous faisons l'hypothèse que cela est dû aux gestes qui accompagnent les productions en verbo-tonale : en effet, le mouvement du /b/ est très différent et dure plus longtemps que celui du /p/, ce qui incite à un prévoisement plus long. C'est pourquoi l'hypothèse d'une aide réelle apportée par les gestes peut être avancée.

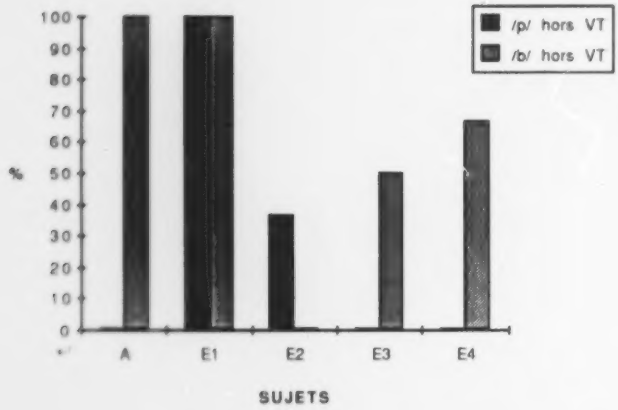


Figure 6 : Le prévoisement (en pourcentages) des consonnes /p/ et /b/ hors situation de verbo-tonale (VT). Chaque colonne repose en moyenne sur 12 mesures.

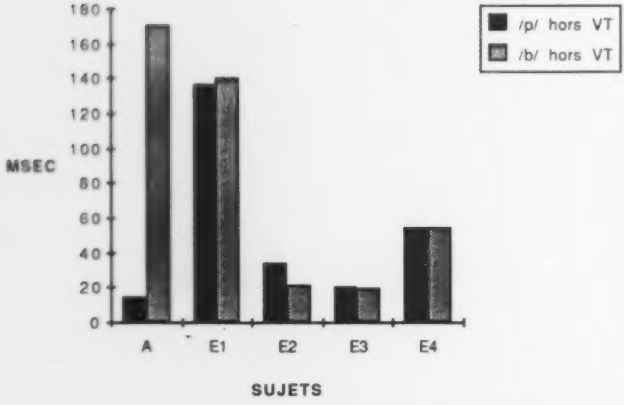


Figure 7 : La durée (en millisecondes) des consonnes /p/ et /b/ hors situation de verbo-tonale (VT). Chaque colonne repose en moyenne sur 12 mesures.

A propos de la qualité des voyelles, nous ne trouvons pas de comportements constants en et hors situation de verbo-tonale hormis le /i/ qui est meilleur en verbo-tonale. On peut formuler l'hypothèse que le geste du /i/, qui est d'ailleurs très précis et spécifique, aide les enfants dans leurs réalisations. On observe cependant l'inverse dans les productions du /a/. Cela peut s'expliquer par le fait que le geste du /a/ est peu différencié de ceux du /e/, du /ɛ /, du /o/ et du /ɔ/, ce qui pourrait provoquer une certaine confusion dans la production des enfants. Enfin, le /u/ est produit de manière équivalente en et hors verbo-tonale, ce qui ne nous permet pas de tirer quelque conclusion que ce soit par rapport à une éventuelle aide des gestes. Afin d'illustrer les résultats obtenus dans l'analyse des voyelles, nous présentons dans la Figure 8, page suivante, le /i/ produit par l'adulte et par l'enfant E3 en et hors verbo-tonale.

4. Conclusion

Bien que les résultats obtenus portent sur un petit nombre de sujets sourds, nous pouvons penser que les gestes de la verbo-tonale sont susceptibles d'apporter une aide réelle à la production des phonèmes, mais à certaines conditions :

- Il faut que ces gestes soient extrêmement bien différenciés les uns des autres et qu'ils représentent le plus possible les mouvements des organes phonatoires. Par conséquent, en ce qui concerne les phonèmes étudiés ici, le geste du /p/, du /b/ et du /i/ semblent être tout à fait adéquats : en effet, celui du /p/ met bien en évidence l'explosion et la brièveté de ce phonème, celui du /b/ (beaucoup plus long que celui du /p/) favorise le voisement de cette consonne, et celui du /i/ souligne parfaitement la tension contenue dans cette voyelle. Le geste du /a/, par contre, semble devoir être amélioré afin d'être associé plus spécifiquement à ce phonème et à lui seul. Enfin, nous ne pouvons tirer par cette étude aucune conclusion quant au mouvement du /u/.

- L'enfant doit posséder la capacité de se concentrer à la fois sur le geste et sur la parole. Par conséquent, cette méthode serait à envisager avec prudence dans les cas de certains déficits intellectuels, moteurs, etc.

Au niveau supra-segmental, on peut penser que l'utilisation de comptines constitue une bonne sensibilisation à la prosodie de la parole,

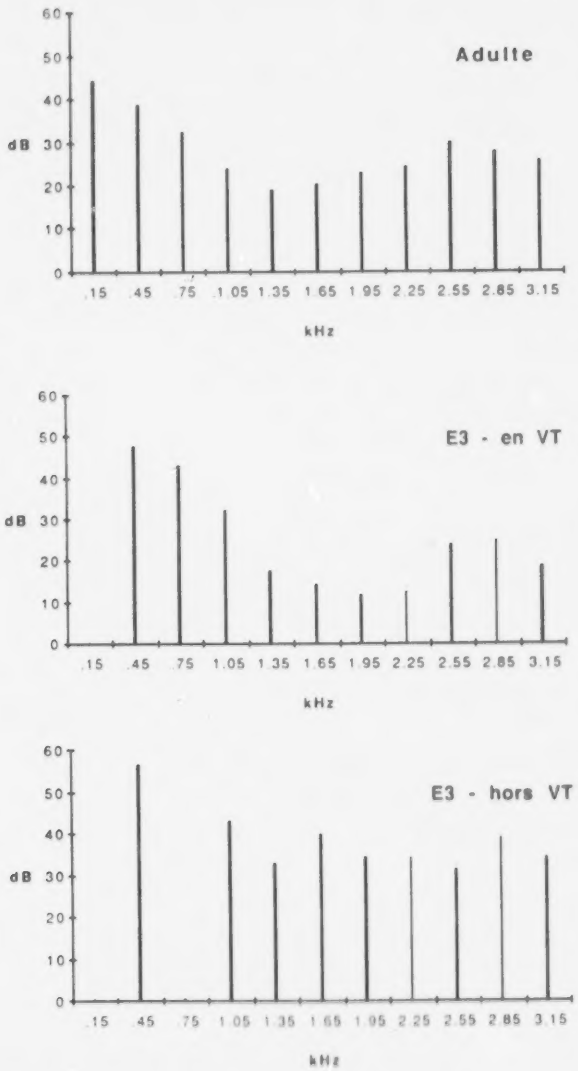


Figure 8 : Le spectre du /i/ produit par l'adulte et par l'enfant E3 en et hors situation verbo-tonale (centres de classe sur l'abscisse).

en particulier en ce qui concerne l'intonation. Cependant, les gestes semblent avoir pour conséquence des cassures dans le rythme produit par les enfants et un ralentissement du débit. Cela peut être dû à la forme des gestes qui sont, dans notre expérience, étroitement liés à chaque syllabe.

Comme nous restons persuadées que tous ces enfants s'aident énormément du canal visuel pour percevoir le phénomène de la parole, nous pensons qu'il est important de persister dans cette voie, tout en modifiant les gestes utilisés et en les rendant plus globaux. A notre avis, il serait plus approprié d'utiliser des mouvements de type balancements, déplacements du corps entier dans l'espace, mouvements souples de la main soulignant la prosodie (un peu comme un chef d'orchestre), etc., sans arrêter le geste, tout en continuant la phonation et sans plus se rattacher d'aucune façon aux syllabes produites.

Remarquons également que les quatre enfants observés dans ce mémoire ont énormément de plaisir à "venir à la verbo-tonale", ce qui est un point tout à fait positif quant à l'utilisation de cette méthode avec des enfants sourds. Il faut cependant préciser qu'ils ont encore plus de plaisir lorsque les séances se transforment en séances de jeux (jeu de l'oie, etc.) intégrant les gestes de la verbo-tonale. Ils trouvent ainsi une motivation à parler et à retenir les mots prononcés. Cela peut être un indice encourageant pour notre manière d'envisager l'utilisation de cette méthode dans un contexte de communication où la relation à autrui et la notion de plaisir jouent un rôle important.

En résumé, à la lumière des résultats que nous avons obtenus, il nous paraît que, aussi bénéfique et plaisante que puisse être la méthode verbo-tonale, elle ne devrait pas être utilisée systématiquement avec tous les enfants sourds et en tout cas pas comme technique unique pour l'apprentissage de l'oral.

5. Bibliographie sommaire

APAP (1968): "La méthode verbo-tonale", *Orthophonie*, 9/10, 9-13.

BAUTIE, B. (1958): "Application de l'audiométrie verbo-tonale aux enfants", *Journal français d'oto-rhino-laryngologie et chirurgie maxillo-faciale*, 3, 63-70.

CALVET, J., J. DUSSERT, J. SOUBIRAN & Y. DELPECH (1967): "Etude physique de certains aspects de la voix des enfants sourds", *Journal français d'ORL*, XVI (3), 125-130.

CHULLIAT, R. (1983): "L'intonation et la parole des enfants déficients auditifs", *Revue générale de l'enseignement des déficients auditifs*, 3, 90-102.

DEMOLIS, A. (1972): "Etude acoustique de la voix du déficient auditif", *Bulletin d'audiophonologie*, 3, 39-44.

DE PIETRO, J.F. (1990): "Approches linguistiques de l'interaction verbale et de son contexte", *TRANEL*, 16, 11-35.

DUBRAY, D. & V. KRAMER (1991): *La méthode verbo-tonale appliquée à un groupe d'enfants sourds : étude expérimentale*, Mémoire d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

DUMONT, A. (1986): "Voix et communication dans la surdité", *Rééducation orthophonique*, 24, 265-273.

GLADIC, A. & J. LLIEF-COBLAINE (1971): "Application de la méthode verbo-tonale pour la rééducation des handicapés de l'ouïe et de la vue", *Revue de phonétique appliquée*, 18, 25-38.

GUBERINA, P. (1956): "L'audiométrie verbo-tonale et son application", *Journal français d'oto-rhino-laryngologie et chirurgie maxillo-faciale*, 6.

GUBERINA, P. (1965): "La méthode audio-visuelle structuro-globale", *Revue de phonétique appliquée*, 1, 35-63.

LUTZ, C. (1985): "La méthode verbo-tonale et l'une de ses applications pratiques", *Nouvelles de l'AVPEDA*, 20, 8-12.

MONSEN, R.B. (1983): "General effects of deafness on phonation and articulation", in: OSBERGER, M., H. LEVITT & I. HOCHBERG (Eds.), *Speech of the Hearing Impaired*, Baltimore, University Park Press.

MOUNIER-KUHN, P., J.C. LAFON & C. ROSSI (1967): "La voix du jeune enfant sourd", *Journal français d'ORL*, XVI (2), 121-123.

NICKERSON, R.S. (1975): "Characteristics of the speech of deaf persons", *The Volta Review*, 77 (6), 342-362.

OSBERGER, M.J., H. LEVITT & I. HOCHBERG (1983): *Speech of the Hearing Impaired*, Baltimore, University Park Press.

PETIT, A. (1990): "La méthode verbo-tonale", *Enfant d'abord*, 142.

PLAISANCE, J. (1974): "La méthode verbo-tonale. Rééducation des troubles de l'audition et de la parole", *Cahiers de l'enfance inadaptée*, 194.

SMITH, C.R. (1975): "Residual hearing and speech production in deaf children", *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 795-881.

VIAL, M. (1972): *Le système verbo-tonal*, CRESAS n°5, Paris, Institut Pédagogique, IPN.

VULETIC, B. (1965): "La correction phonétique par le système verbo-tonal", *Revue de phonétique appliquée*, 1, 65-97.

Prédiction et perception de la prosodie chez des sujets cérébro-lésés

Cendrine Hirt

Résumé

La prosodie, intégrée aux indices phonétiques, syntaxiques et sémantiques, joue un rôle considérable dans la perception de la parole. La localisation cérébrale du traitement de la prosodie fait l'objet de divergences quant à la participation de l'un ou l'autre des hémisphères. Vingt sujets cérébro-lésés (gauches et droits) et vingt sujets normaux doivent estimer la longueur d'une phrase dont le début est présenté auditivement. Pour effectuer cette prédiction, seule la prosodie est pertinente pour l'auditeur. Les lésions gauches, qui se comportent comme les normaux, perçoivent la distinction entre une phrase qui se termine et une phrase qui se poursuit mais ne différencient pas les phrases qui continuent entre elles. A l'opposé, les lésions droites se distinguent des normaux en identifiant mal les phrases qui se terminent et en sous-estimant les autres. Ces résultats parlent en faveur d'un traitement hémisphérique droit de la prosodie linguistique bien que les stimuli soient intégrés dans un environnement linguistique.

1. Introduction

De nombreuses études démontrent que les auditeurs ont fréquemment recours aux informations prosodiques contenues dans un énoncé lors de l'analyse de la parole. La prosodie constitue à la fois une aide efficace pour le locuteur lorsque celui-ci transmet un message et une valeur informative considérable pour l'auditeur dans la compréhension de ce même message. Il apparaît également que la prédiction, considérée comme une activité indispensable et omniprésente dans la perception de la parole, entretient des relations étroites avec la prosodie qui constitue parfois la seule source d'informations disponible pour l'auditeur. La prosodie joue, par conséquent, un rôle non seulement lorsqu'elle est perçue simultanément aux autres informations linguistiques mais aussi lorsqu'elle annonce les événements langagiers à venir dans le discours.

Afin de mieux comprendre les performances des sujets cérébro-lésés dans une tâche de prédiction de longueur de phrase, nous devons

rapidement évoquer les conclusions d'une première étude réalisée avec des sujets normaux francophones (Hirt, 1991), elle-même inspirée de l'étude de Grosjean (1983). Nous avons en effet observé que les auditeurs francophones reconnaissent la prosodie typique d'une fin de phrase alors qu'ils ne parviennent pas à distinguer les différentes phrases qui se continuent. Ces observations contrastent avec celles des sujets anglophones de Grosjean (1983) qui pouvaient estimer correctement la durée des phrases se terminant ou se poursuivant de 3 et 6 mots. Nos données peuvent être expliquées par une analyse acoustique des stimuli ; en effet, il existe d'importants changements acoustiques entre les phrases terminées et les phrases interrompues qui peuvent être perçus et correctement interprétés par les auditeurs. Toutefois, en français, les informations acoustiques contenues dans les phrases qui se poursuivent sont peu variables d'une terminaison à l'autre et ne permettent pas, par conséquent, de les distinguer précisément les unes des autres. Nous avons également relevé que les sujets francophones parviennent à prédire la longueur de la phrase avant même qu'elle soit présentée dans sa totalité (avec précision à partir de 75% du dernier mot entendu). Ainsi, on peut conclure qu'un énoncé véhicule des informations prosodiques auxquelles l'auditeur recourt à certaines étapes du traitement de la parole ; de plus, il apparaît que la prosodie elle-même contient des informations sur la durée des phrases.

Dans le domaine de la latéralisation de la prosodie, Behrens (1985), Blumstein & Cooper (1974) et Shipley-Brown & coll. (1988), qui ont tous effectué des études avec des sujets normaux, s'accordent sur le fait qu'il y a une participation de l'hémisphère droit dans le traitement de la prosodie linguistique. Cette contribution semble être, par ailleurs, plus active lorsque le contenu linguistique des stimuli est réduit voire absent. Il subsiste, cependant, une divergence quant à l'influence et à la présence d'un contexte linguistique (tel que dans des tâches d'identification d'accents lexicaux ou de types de phrases) qui pourrait être à l'origine d'une intervention secondaire de l'hémisphère gauche.

Certaines observations recueillies auprès de sujets cérébro-lésés confirment ces premières données. Blumstein & Goodglass (1972) démontrent que la perception des accents en anglais est préservée chez les aphasiques, même en présence de troubles de la compréhension auditivo-

verbale ; la reconnaissance de ces accents et l'application des règles grammaticales qui leur sont relatives ne semblent pas affectées par une lésion gauche. Green & Boller (1974) constatent également que les aphasiques ont conservé la capacité de distinguer et de reconnaître différents types de phrases (ordre, question, etc...). Dans une perspective opposée, Baum & coll. (1982) remarquent que les aphasiques de Broca réussissent moins bien que les sujets normaux la tâche de perception d'accents pour désambiguïser des phrases phonétiquement semblables. Pour eux, la compréhension orale médiatisée par les informations prosodiques serait perturbée chez les aphasiques. Dans l'étude d'Emmorey (1987), utilisant le même type de stimuli que Blumstein & Goodglass (1972) mais inclus dans un contexte phrastique, les aphasiques ont de faibles performances liées, selon l'auteur, aux modifications apportées à la tâche devenue ainsi plus sensible aux capacités de perception des sujets. Elle postule alors que la compréhension de paires d'homophones accentués, altérée en présence d'une lésion gauche, serait conservée en cas d'atteinte hémisphérique droite. L'hémisphère gauche serait impliqué dans la compréhension de la prosodie lexicale (l'accent étant un élément situé entre la syllabe et la suite de mots) alors que l'hémisphère droit analyserait les contours prosodiques en tant qu'unités holistiques. Toutefois, nous pouvons évoquer la nature de la tâche expérimentale comme cause de ces résultats : en effet, l'importance du contexte linguistique pourrait constituer pour les aphasiques un obstacle supplémentaire dans l'exécution de la tâche pour laquelle ils ne peuvent pas uniquement se baser sur la prosodie. Dans ces deux dernières études, soulignons que la prosodie est fortement ancrée dans un contexte verbal qui pourrait interférer avec la perception des paramètres acoustiques et expliquer ainsi une participation, même secondaire, de l'hémisphère gauche.

Weintraub & coll. (1981) démontrent que les lésions droites diffèrent des sujets normaux dans leur capacité à distinguer les indices prosodiques (accents lexicaux ou d'insistance) fournis par les informations phonétiques de la parole. Lonie & Lesser (1983) ne mettent en évidence aucune différence entre les performances des lésions droites et gauches (inférieures aux sujets normaux) dans une tâche de discrimination et d'identification de types de phrases. Heilman & coll. (1984) obtiennent de

mêmes résultats en présentant différents types de phrases filtrées (contenu sémantique inintelligible mais prosodie intacte), à savoir que les deux groupes, qui ne diffèrent pas, présentent une compréhension de la prosodie linguistique perturbée. Selon ces auteurs, l'hémisphère droit serait dominant uniquement dans le traitement de la prosodie émotionnelle. Ils émettent l'hypothèse que le traitement de la prosodie linguistique serait représenté bilatéralement ; ainsi, une lésion de l'un des hémisphères interromprait partiellement l'analyse de l'information. La compréhension déficitaire des lésions gauches pourrait être attribuée à la demande linguistique de la tâche plus qu'à un déficit prosodique sous-jacent, la prosodie jouant parfois le rôle de marqueur syntaxique.

Buttet Sovilla (1988) démontre le rôle de la prosodie dans la compréhension des relations syntaxiques d'une phrase en présentant des énoncés dont l'intonation est en interaction ou non avec la syntaxe. Les sujets avec lésion droite sans dysfonctionnement de la région temporo-pariétale perçoivent mieux les phrases avec intonation normale et sont, par conséquent, sensibles au conflit créé entre l'intonation et la syntaxe. Par contre, chez les sujets avec dysfonctionnement temporo-pariétal, il n'existe aucune différence significative entre les phrases avec intonation adéquate ou anormale. Pour Buttet Sovilla (1988), il existerait, pour la prosodie linguistique, un continuum entre un pôle propositionnel et un pôle automatique et un continuum entre le fonctionnement hémisphérique gauche et droit. Le traitement des paramètres acoustiques présents à l'endroit d'une frontière syntaxique majeure se réclamerait à la fois d'un procédé global (automatique) et analytique (propositionnel) et nécessiterait une participation bihémisphérique pour un fonctionnement optimum. Bryan (1989) conclut également à un désordre prosodique de nature linguistique spécifique aux lésions droites ; les patients avec une atteinte temporale droite font plus d'erreurs aux tests de discrimination, alors que ceux avec une lésion pariétale droite se montrent moins performants aux tests d'identification de la prosodie. Dans certaines tâches telles que l'identification d'accents lexicaux dans une phrase, il est probable que les deux hémisphères soient impliqués, les sujets devant recourir non seulement aux indices prosodiques mais aussi aux éléments linguistiques contenus dans les stimuli.

On retrouve ainsi la même controverse quant à la contribution hémisphérique au traitement de la prosodie linguistique, divergence qui s'articule toujours autour de l'influence du caractère linguistique de la tâche qui pourrait impliquer l'hémisphère gauche. Il apparaît que dans les tâches très verbales (Baum & coll. (1982) ; Emmorey (1987) ; Heilman & coll. (1984)), les aphasiques démontrent de faibles performances (résultats que nous pourrions interpréter comme étant dus aux troubles de la compréhension des éléments verbaux contenus dans les stimuli). Par contre, Blumstein & Goodglass (1972), Bryan (1989), Buttet Sovilla (1988), Green & Boller (1974), Heilman & coll. (1984), Lonie & Lesser (1983), Weintraub & coll. (1981) confirment l'importance d'un traitement hémisphérique droit et envisagent l'analyse de la prosodie linguistique comme une participation bilatérale, en particulier pour les tâches dans lesquelles l'environnement linguistique remplit une fonction utile pour l'auditeur parallèlement aux informations prosodiques.

La majorité des travaux cités portent sur le traitement de la prosodie en temps réel, au moment même où le locuteur parle, et non sur les capacités de prédiction. Par ailleurs, ces études proposent des tâches de même nature : soit les informations prosodiques sont isolées par suppression des contenus phonétique et sémantique des stimuli au moyen d'un filtrage (situation artificielle car elle ne reflète pas la parole naturelle), soit la prosodie est maintenue dans son contexte verbal mais dans ce cas la demande parfois trop linguistique de la tâche interfère avec la perception de la prosodie. Contrairement à ces études, dans la tâche de prédiction que nous allons utiliser, le sujet se trouve dans une situation de parole "naturelle" dans laquelle l'interaction entre les informations phonétiques, syntaxiques, sémantiques et prosodiques est respectée et la prosodie conservée dans un environnement linguistique sans que celui-ci ait d'influence sur l'interprétation des indices prosodiques et sur la latéralisation cérébrale de leur traitement.

Nos objectifs principaux sont de définir les capacités de prédiction et de perception de la prosodie linguistique des sujets cérébro-lésés et de mettre en évidence des comportements différents entre les lésions gauches et droites. Nous formulons l'hypothèse que, malgré la fonction linguistique remplie par la prosodie dans cette tâche (à savoir, indiquer la fin ou la continuation d'une phrase), les lésions droites devraient

démontrer des performances plus faibles que les sujets normaux, postulant que le déficit prosodique causé par une atteinte hémisphérique droite est probablement global et ne se limite pas uniquement à la prosodie émotionnelle. Au contraire, les lésions gauches devraient réussir cette tâche de façon comparable aux sujets normaux et obtenir de meilleurs résultats que les lésions droites malgré la présence de troubles de la compréhension auditivo-verbale. Il a été démontré que la présence d'un environnement linguistique dans lequel apparaissent les stimuli influence la perception de la prosodie et peut parfois être à l'origine d'une contribution bihémisphérique. Etant donné que les contenus phonétiques, syntaxiques et sémantiques des stimuli ne jouent aucun rôle dans notre tâche et ne sont pas informatifs pour l'auditeur, les lésions gauches ne devraient pas, par conséquent, rencontrer de difficultés. Toutefois, la présence d'un contexte linguistique à elle seule suffit-elle à provoquer l'intervention de l'hémisphère gauche dans le traitement ou est-il nécessaire que ce même contexte remplisse une fonction réellement utile pour l'auditeur ?

2. Méthode

Sujets : 20 sujets droitiers, francophones, présentant une lésion cérébrale unilatérale d'origine vasculaire (10 lésions gauches avec aphasie et 10 lésions droites) sans trouble auditif. Chacun d'eux a bénéficié d'un examen neuropsychologique dans la Division de Neuropsychologie du CHUV/Lausanne qui a permis de définir le type d'aphasie et les troubles associés. La moyenne d'âge des patients atteint 55 ans (55,8 ans pour les lésions gauches et 54,2 ans pour les lésions droites).

20 sujets-contrôles droitiers, francophones, sans atteinte cérébrale ou signes d'affaiblissement intellectuel ni surdité, appariés aux sujets cérébro-lésés pour l'âge et le sexe. La moyenne d'âge des sujets-contrôles atteint 54,6 ans.

Matériel : Le matériel, intitulé "Test de perception de la durée de phrases", a été extrait de notre première étude réalisée avec des sujets normaux (Hirt, 1991), elle-même adaptée de la version anglophone de Grosjean (1983). Le test comprend 24 phrases réparties en 3 catégories contenant chacune 8 phrases différentes. Le premier type (appelé terminaison 0) est constitué d'une phrase déclarative simple (complément circonstanciel-sujet-verbe transitif-complément d'objet direct).

Exemple : *Ce matin, le facteur a laissé sa bicyclette.*

Le deuxième type de phrases (terminaison 3) est identique au précédent, excepté qu'il se prolonge d'un segment de 3 syllabes formant une phrase prépositionnelle.

Ce matin, le facteur a laissé sa bicyclette près d'un mur.

Le troisième type (terminaison 6) est semblable à la terminaison 0, mis à part qu'il est composé de 6 syllabes supplémentaires (deuxième phrase prépositionnelle enchâssée dans la terminaison 3).

Ce matin, le facteur a laissé sa bicyclette près d'un mur dans le parc.

Chacune des phrases a été construite selon des contraintes phonétiques (touchant la chaîne articulatoire et les liaisons), syntaxiques (longueur et structure des phrases) et sémantiques (occurrence et acceptabilité des phrases par rapport à leur sens). Les critères phonétiques (verbe se terminant par une voyelle, segments prépositionnels commençant par une occlusive, liaisons respectées ou supprimées) sont indispensables pour faciliter la segmentation de chaque phrase et éviter de provoquer des modifications de la qualité articulatoire et du flux de la parole. Selon les critères syntaxiques, les phrases sont structurées de la même manière (complément-sujet-verbe-complément d'objet-1 à 2 compléments facultatifs) afin de minimiser les différences entre chacune d'elles et contrôler des variables telles que durée des phrases. Pour les critères sémantiques, chaque phrase doit conserver un sens quelle que soit sa longueur et être plausible indépendamment d'un contexte linguistique. En conclusion, aucune de ces 24 phrases ne possède d'indices phonétiques, syntaxiques ou sémantiques qui puissent permettre aux sujets d'estimer leur longueur lorsqu'ils entendent le début de celle-ci (à savoir, la terminaison 0). Les sujets sont ainsi obligés de se baser sur les informations prosodiques présentes dans chaque phrase pour effectuer la prédiction.

Les 24 phrases ont été enregistrées sur cassette et bande magnétique au Laboratoire de Traitement du Langage et de la Parole (Université de Neuchâtel) par deux voix féminines, les 12 premières par l'une et les 12 suivantes par l'autre. Le choix des deux voix était nécessaire pour diversifier les stimuli et éviter une habituation chez les sujets ainsi que pour s'assurer que les changements existants entre les caractéristiques acoustiques de chaque voix ne sont pas suffisamment importants pour en modifier la courbe prosodique et influencer la perception de celle-ci. Malgré de légères différences interindividuelles mises en évidence par l'analyse acoustique des stimuli, on peut admettre que ces paramètres sont identiques pour les deux voix. Les locutrices devaient lire chaque phrase après quelques lectures d'entraînement dans un groupe de souffle pour éviter toute coupure ou pause. Une étude préalable ayant permis de confirmer que les résultats sont similaires quelle que soit la forme choisie, nous avons adopté un mode de présentation des phrases isolé, à savoir qu'elles ne sont pas segmentées mais présentées dans leur totalité. Les 24 phrases ont ensuite été digitalisées sur MacAdios. Les silences d'enregistrement (précédant et suivant les phrases) ont été supprimés. Un bip sonore d'une durée d'environ 750 msec. a été inséré avant chaque phrase suivie d'une pause de 5 secondes pour permettre aux sujets d'indiquer leur réponse. Deux bandes expérimentales, contenant chacune les 24 phrases, ont été préparées. Les stimuli ont été présentés aux sujets selon un même ordre arbitraire. Il nous était nécessaire d'adapter notre première tâche réalisée avec des sujets normaux aux possibilités des patients cérébro-lésés pour des raisons de fatigabilité, présence d'une aphasie ou de troubles associés, capacités attentionnelles diminuées, etc...

Procédure : Les sujets ont été testés individuellement lors de sessions d'une durée de 15-20 minutes sous casque d'écoute. Chaque sujet a entendu les 24 phrases de la bande (3 phrases pour chaque type de terminaison). De la même façon que pour le matériel, la procédure de cette tâche a été simplifiée et adaptée aux capacités et aux troubles des patients. Les consignes du test ont été présentées oralement aux sujets avec deux exemples afin de s'assurer de la bonne compréhension de la tâche. D'autre part, la réponse des patients était de nature non verbale par pointage sur support visuel (trois barres de longueur différente), le choix du patient devant être reporté sur la feuille-réponse par l'expérimentateur ; les troubles du langage écrit des aphasiques ainsi que les

difficultés grapho-motrices des hémiplégiques ont ainsi pu être neutralisés. Enfin, il nous a paru préférable (en raison des troubles de la lecture) de représenter graphiquement les différents types de phrases par des bandes horizontales de longueur proportionnelle à la durée effective du segment entendu plutôt que de les présenter sous forme écrite. En résumé, la tâche des sujets est limitée à deux étapes : écouter la phrase présentée après le signal sonore puis indiquer la longueur de l'extrait entendu en pointant le schéma correspondant.

Analyse des données : Nous avons comparé, d'une part, les sujets cérébro-lésés gauches et droits à leurs sujets-contrôles appariés quant à l'âge et au sexe, et, d'autre part, les sujets-contrôles entre eux. Les résultats, examinés par rapport aux trois terminaisons, ont été soumis à une analyse de variance.

3. Résultats et discussion

La figure 1 (page suivante) présente le nombre de syllabes estimées en fonction du type de terminaison pour les sujets avec lésion gauche et leurs contrôles appariés. D'une manière générale, les lésions gauches se comportent de la même façon que les contrôles, quelle que soit la terminaison. En effet, tous deux perçoivent clairement la différence entre une phrase qui se termine et une phrase qui se poursuit. De plus, ils ne distinguent pas les phrases qui continuent (terminaisons 3/6). Deux analyses de variance (par sujets et par phrases) confirment ces résultats : nous ne trouvons aucune différence entre les groupes ; cependant, le facteur Terminaison est significatif ($p < 0.001$) comme l'est l'interaction entre les deux facteurs Terminaison x Groupe ($p < 0.01$). Une analyse post-hoc (Tukey HSD) ne révèle aucune différence entre les deux groupes au niveau des terminaisons 0 et 3 mais une différence significative au niveau de la terminaison 6 ($p < 0.05$; à prendre avec circonspection car elle pourrait constituer un simple effet du hasard).

La figure 2 (page suivante) présente le nombre de syllabes estimées en fonction du type de terminaison pour les sujets avec lésion droite et leurs contrôles. Les lésions droites se distinguent des contrôles de deux manières : d'une part, elles identifient mal les phrases qui se terminent (moyenne de 1,58 pour les terminaisons 0) et d'autre part, elles sous-estiment la durée des phrases qui continuent (moyennes de 2,85 et 2,74 pour les terminaisons 3 et 6 alors que les contrôles ont des moyennes de 3,79 et 3,64). Ces constatations sont confirmées par deux analyses de variance : bien que nous ne trouvons aucune différence entre les groupes, le facteur Terminaison est significatif ($p < 0.001$) comme l'est surtout

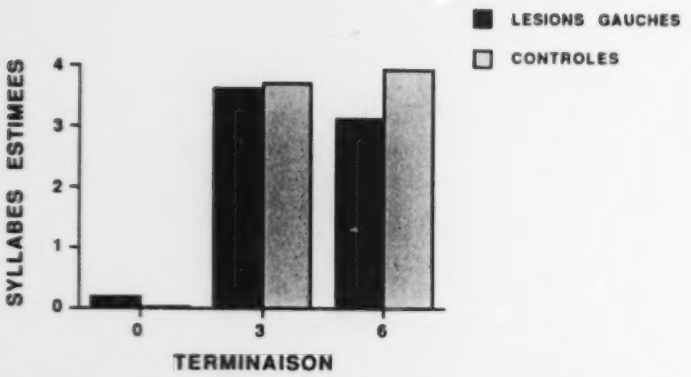


Figure 1 : Le nombre de syllabes estimées en fonction du type de terminaison (0, 3, 6 syllabes) pour les lésions gauches et les contrôles. Chaque colonne correspond à la moyenne de 80 observations (8 réponses pour chacun des 10 sujets).

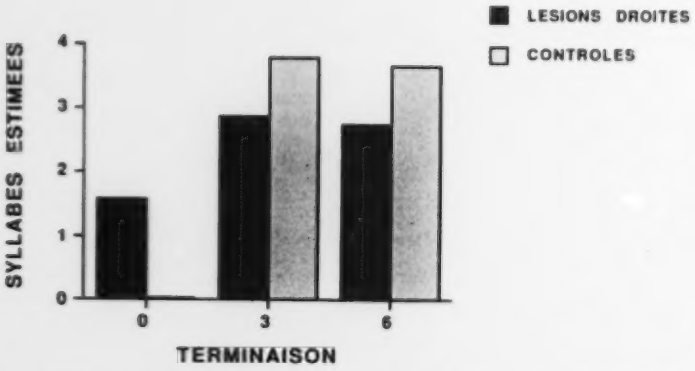


Figure 2 : Le nombre de syllabes estimées en fonction du type de terminaison (0, 3, 6 syllabes) pour les lésions droites et les contrôles. Chaque colonne correspond à la moyenne de 80 observations (8 réponses pour chacun des 10 sujets).

l'interaction entre les facteurs Terminaison et Groupe ($p < 0.001$). Une analyse post-hoc (Tukey HSD) montre clairement qu'il existe une différence significative entre les moyennes des terminaisons des deux groupes. En effet, chacune des moyennes des lésions droites est significativement différente de la moyenne des contrôles ($p < 0.05$). Notons qu'à l'intérieur des groupes, il existe une différence entre la terminaison 0 et 3, et 0 et 6, mais pas entre la terminaison 3 et 6.

La figure 3 (ci-dessous) présente le nombre de syllabes estimées en fonction du type de terminaison pour les deux groupes de sujets-contrôles. L'analyse de variance ne montre aucune différence entre les groupes qui se comportent de la même manière ; par contre, on relève un effet principal pour les terminaisons ($p < 0.001$; 0 est différent de 3 et de 6 ; 3=6).

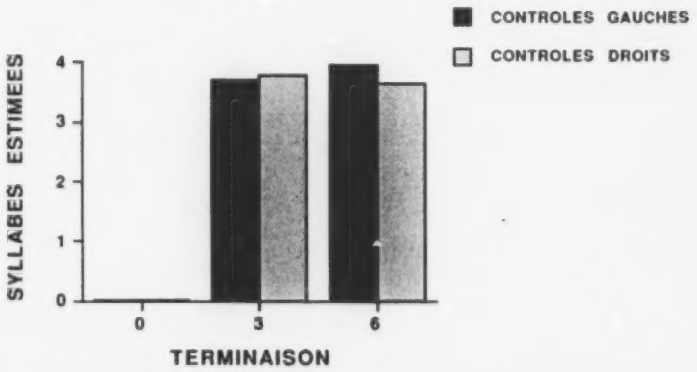


Figure 3 : Le nombre de syllabes estimées en fonction du type de terminaison (0, 3, 6 syllabes) pour les contrôles gauches et droits. Chaque colonne correspond à la moyenne de 80 observations (8 réponses pour chacun des 10 sujets).

4. Discussion générale

Le comportement des patients présentant une lésion gauche confirme entièrement l'hypothèse que nous avions émise. Le nombre d'erreurs relevé chez ces sujets est faible et ne peut nullement constituer un contre-

argument à une contribution hémisphérique droite dans le traitement de la prosodie linguistique. Malgré l'importance de leurs troubles du langage, les aphasiques ont réussi cette tâche d'évaluation de la durée des phrases. Aucun lien entre la sévérité des troubles de la compréhension auditivo-verbale (objectivés au Token-Test, épreuve de compréhension) et les performances des patients n'a pu être mis en évidence. La présence d'un environnement phonétique, syntaxique et sémantique autour des stimuli ne semble pas avoir influencé la perception des sujets. Rappelons que, pour effectuer cette tâche, les sujets ne pouvaient pas recourir aux informations linguistiques contenues dans les stimuli et que seule la prosodie pouvait leur fournir les indices nécessaires. Les quelques études expérimentales (Baum & coll., 1982 ; Bryan, 1989 ; Emmorey, 1987 ; Heilman & coll., 1984) dans lesquelles le rôle des éléments linguistiques n'a pu être neutralisé, et cela malgré l'apport incontestable de la prosodie, ont sans exception engendré des difficultés de compréhension de la prosodie linguistique chez les aphasiques. Ces observations démontrent que, lorsque le sujet a besoin à la fois des informations prosodiques et linguistiques pour effectuer l'analyse de la parole, l'hémisphère gauche intervient probablement pour seconder l'hémisphère droit dans le traitement de la prosodie linguistique. Cependant, nos résultats (comme ceux de Blumstein & Goodglass, 1972 ; Green & Boller, 1974 ; Lonie & Lesser, 1983) suggèrent que lorsque le contenu sémantique des stimuli, bien que présent, ne constitue pas un apport pour réaliser la tâche, la prosodie linguistique est traitée principalement par l'hémisphère droit.

Plusieurs points sont à relever dans le comportement des lésions droites. Tout d'abord, le nombre de fausses identifications est très élevé, ce qui constitue un fort argument en faveur de l'hémisphère droit. On note, par ailleurs, une tendance générale à effectuer de faibles estimations ; ce manque de précision reflète probablement l'incertitude des sujets face à la tâche et leurs difficultés de perception de la prosodie linguistique à l'endroit d'une frontière syntaxique majeure. Nos résultats (comme ceux de Bryan, 1989 ; Buttet Sovilla, 1988 ; Heilman & coll., 1984 ; Lonie & Lesser, 1983 ; Weintraub & coll., 1981) appuient l'hypothèse d'une importante contribution de l'hémisphère droit dans ce type de traitement prosodique. Qu'il s'agisse de tâches de discrimination ou d'identification, les lésions droites démontrent des performances plus

pauvres que celles des sujets normaux et des aphasiques avec lésion gauche.

En conclusion, ces nouvelles observations parlent nettement en faveur d'un traitement hémisphérique droit de la prosodie. Néanmoins, cela ne permet pas d'exclure l'idée d'une participation bihémisphérique, en particulier lorsqu'il y a intervention simultanée de facteurs linguistiques et prosodiques dans l'analyse de la parole.

5. Bibliographie

BAUM, S.R., J. KELSCH DANILOFF & R. DANILOFF (1982): "Sentence comprehension by Broca's Aphasics: Effects of some suprasegmental variables", *Brain and Language*, 17, 261-271.

BEHRENS, S.J. (1985): "The perception of stress and lateralization of prosody", *Brain and Language*, 26, 332-348.

BLUMSTEIN, S. & W.E. COOPER (1974): "Hemispheric processing of intonation contours", *Cortex*, 10, 146-158.

BLUMSTEIN, S. & H. GOODGLASS (1972): "The perception of stress as a semantic cue in aphasia", *Journal of Speech and Hearing Research*, 15 (4), 800-806.

BRYAN, K.L. (1989): "Language prosody and the right hemisphere", *Aphasiology*, 3 (4), 285-299.

BUTTET SOVILLA, J. (1988): *Intonation et syntaxe. Contribution neurolinguistique à l'étude des facteurs intonatifs dans l'établissement des liens sémantico-syntaxiques de constituants de phrases*, Lausanne, Payot.

EMMOREY, K.D. (1987): "The neurological substrates for prosodic aspects of speech", *Brain and Language*, 30, 305-320.

GREEN, F. & F. BOLLER (1974): "Features of auditory comprehension in severely impaired aphasics", *Cortex*, 10, 133-145.

GROSJEAN, F. (1983): "How long is this sentence? Prediction and prosody in the on-line processing of language", *Linguistics*, 21, 501-529.

HEILMAN, K.M., D. BOWERS, L. SPEEDIE & H.B. COSLETT (1984): "Comprehension of affective and non affective prosody", *Neurology*, 34, 917-921.

HIRT, C. (1991): *Prédiction et perception de la prosodie: Deux étude. expérimentales*, Mémoire de diplôme d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

LONIE, J. & R. LESSER (1983): "Intonation as a cue to speech act identification in aphasic and other brain-damaged patients", *Research News-Int. J. Rehab. Research*, 6 (4), 512-513.

SHIPLEY-BROWN, F., W.O. DINGWALL, C.I. BERLIN, G. YENI-KOMSHIAN & S. GORDON-SALANT (1988): "Hemispheric processing of affective and linguistic intonation contours in normal subjects", *Brain and Language*, 33, 16-26.

WEINTRAUB, S., M.M. MESULAM & L. KRAMER (1981): "Disturbances in prosody. A right-hemisphere contribution to language", *Arch. Neurology*, 38, 742-744.

Perception catégorielle et sujets cérébro-lésés : données préliminaires[1]

Karin Klose

Résumé

Cet article décrit le phénomène de la perception catégorielle et présente les résultats obtenus à l'aide d'un test d'identification (continuum acoustique "camp-gant") avec des sujets cérébro-lésés : 12 sujets avec une lésion hémisphérique gauche et des troubles du langage associés (aphasie) et 6 sujets avec une lésion hémisphérique droite. Les patients aphasiques présentent une frontière catégorielle nette, analogue à celle des sujets avec lésion droite et des sujets contrôles. L'aphasie en tant que telle ne cause donc pas de troubles de perception catégorielle. Par contre les aphasiques se distinguent des autres sujets au niveau de la perception des extrémités du continuum.

1. Introduction

La catégorisation est un phénomène universel chez l'homme. Celui-ci analyse les objets et les événements de son environnement en termes de catégories, naturelles ou arbitraires.

On retrouve aussi ce phénomène dans la perception du langage, et ce à tous les niveaux : sémantique, syntaxique, lexical, etc. Au niveau phonétique, les sons du langage sont classés en catégories et ils sont perçus en fonction de celles-ci. Dans ce cas, on parle de perception catégorielle (que nous écrirons par la suite P.C.). A titre d'exemple, la P.C. nous permet de différencier le lexème *pain* du lexème *bain*. De plus, elle nous permet de les distinguer dans une phrase, qu'elle soit prononcée par X ou Y et ceci en dépit de variations acoustiques évidentes. Nous pouvons ainsi avoir une représentation unique des sons du langage à l'intérieur d'une communauté donnée, ce qui évite qu'il y ait autant de représentations que d'individus.

[1]Cet article est issu d'un mémoire de diplôme d'orthophonie (Université de Neuchâtel, 1990) effectué lors d'un stage dans la division de Neuropsychologie du CHUV. Le mémoire a été réalisé en partie avec Florence Lambert (article publié dans ce numéro).

Les recherches sur la P.C. ont débuté au laboratoire Haskins à New Haven en 1957, sous la direction de A. Liberman. La première étude publiée par Liberman, Harris, Hoffman et Griffith (1957) a servi de modèle à beaucoup d'autres. Pour tester la P.C. il faut un continuum acoustique et deux tests (identification et discrimination). Le continuum est construit normalement de la manière suivante. Deux syllabes simples (formées d'une consonne et d'une voyelle) constituent les extrémités du continuum ; leur consonne diffère au moins par un trait. Dans la première expérience des chercheurs du laboratoire Haskins, il s'agissait du voisement. Entre ces deux syllabes sont construits une dizaine d'items intermédiaires qui varient de façon continue et qui relient ainsi par petites étapes les deux extrémités. Le continuum sert de base aux tests suivants :

a) *Un test d'identification* : il s'agit de reconnaître les stimuli présentés dans un ordre aléatoire. La tâche des sujets est d'identifier chaque item comme appartenant à la catégorie de l'une ou l'autre des extrémités du continuum.

b) *Un test de discrimination* : les stimuli du continuum sont présentés deux par deux selon la méthode dite ABX où A et B sont voisins sur le continuum et X semblable à A ou à B. Les sujets sont appelés à indiquer si le dernier des trois stimuli (X) est identique à A ou à B.

Afin d'illustrer ceci, prenons un continuum [bu]-[pu] qui varie selon le trait de voisement et analysons des données théoriques (exemple basé en partie sur l'illustration de Petitot-Cocordat (1984)). La figure 1 (page suivante) montre que l'auditeur classe les stimuli en deux catégories bien distinctes, représentées par les deux pôles du continuum ([bu] et [pu]). On remarque une pente qui correspond au passage abrupt d'une catégorie à l'autre. La frontière catégorielle se trouve au point où la pente est maximale. Lorsque dans un test de discrimination, les éléments sont présentés en triades ABX (ex. A correspond au premier élément, B au deuxième et X est à nouveau le premier élément), nous observons un pic

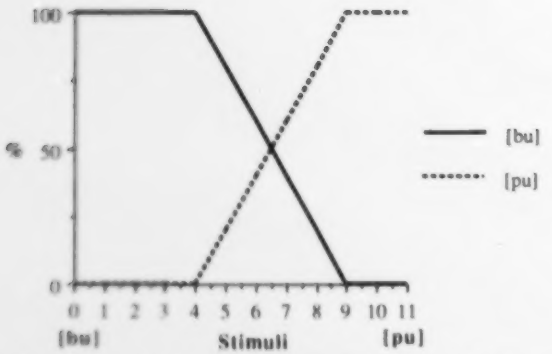


Figure 1 : Résultats obtenus lors d'une tâche d'identification des éléments d'un continuum [bu]-[pu]. Sur l'abscisse sont représentés les 11 éléments du continuum, allant de [bu] à [pu]. Sur l'ordonnée, figure le pourcentage de stimuli identifiés soit comme [bu] soit comme [pu] (d'après Petitot-Cocorda, 1984, p.249).

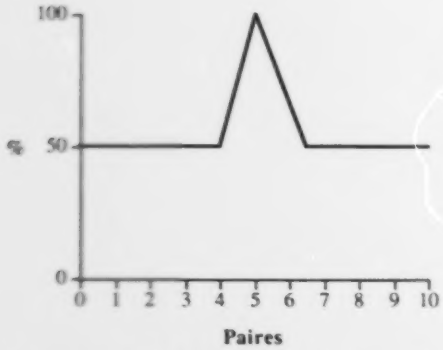


Figure 2 : Résultats obtenus lors d'une tâche de discrimination des éléments d'un continuum [bu]-[pu]. Sur l'abscisse sont indiquées les paires AB formées en progressant de [bu] à [pu] avec des stimuli voisins sur le continuum (1-2, 2-3,...). Le pourcentage de discrimination figure sur l'ordonnée (d'après Petitot-Cocorda, 1984, p.249).

de discrimination à l'emplacement de la chute dans la courbe d'identification (voir Figure 2, page précédente). Les stimuli identifiés comme appartenant à la même catégorie lors de la tâche d'identification ne sont pas, ou très difficilement, discriminés. Par contre, la discrimination inter-catégorielle est bonne. Dans la réalité, les résultats obtenus montrent rarement une P.C. aussi nette ce qui explique que l'on parle plutôt de degré de P.C.

La première étude des laboratoires Haskins a ouvert la voie à tout un champ d'expériences dans ce domaine. Les continuums sont construits à partir de matériel verbal qui diffère selon un ou plusieurs des traits suivants : voisement (ex. : [d] - [t]) ; point d'articulation (ex. : [b] - [d] - [g]) ; durée du silence (ex. : "Montrez-moi les chèques" / "Montrez-moi les ---chèques" perçu comme *tchèques*, Aubert & Assal, 1980). Certains stimuli non-verbaux offrent aussi une P.C. (ex.: les intervalles musicaux chez les musiciens). Les recherches ont parfois donné lieu à des résultats divergents quant à la présence ou l'absence de perception catégorielle. Repp (1983) donne un compte rendu des principales observations.

Différentes explications de la P.C. ont été avancées mais il faut souligner qu'aucune d'entre elles n'est entièrement satisfaisante et que bien des recherches devront encore être faites pour mieux cerner le problème. Nous allons brièvement décrire les courants principaux :

- La théorie motrice de la perception. Il s'agit d'une théorie générale de la parole. Selon ce modèle, la parole est perçue en faisant référence à la manière dont on articule les sons, et non aux différences acoustiques. Bien que la parole soit variable, les gestes articulatoires ne le sont pas ; l'interlocuteur y fait référence, ce qui lui permet d'identifier les phonèmes. Cette théorie expliquerait un sous-phénomène : la P.C.

- Le modèle du double traitement ("The dual-process Model"). Cette théorie fait l'hypothèse d'un traitement des sons du langage à deux niveaux : l'un auditif qui traduit les données auditives en paramètres acoustiques (il est lié à une mémoire auditive à très court terme) ; l'autre phonétique qui s'occupe de l'étiquetage phonétique et dont la trace mnésique est légèrement plus longue et rattachée à une mémoire phonétique.

- Le modèle de traitement unique ("Common Factor Model"). Il s'agit d'un modèle assez récent selon lequel la P.C. aurait lieu à un niveau psycho-acoustique, et non acoustique. Les stimuli sont classés dans des zones psycho-acoustiques qui coïncident avec les catégories phonétiques.

Le phénomène de la perception catégorielle a été étudié non seulement chez les sujets normaux (adultes et enfants) mais également chez les cérébro-lésés et, plus particulièrement, les aphasiques. L'aphasie apparaît souvent suite à une lésion cérébrale dans l'hémisphère gauche, l'hémisphère dominant pour le langage. Hécaen & Lantéri (1983) donnent la définition suivante de ce phénomène :

"Trouble de l'émission ou de la réception de signes verbaux, survenu en dehors de toute atteinte périphérique [bouche, langue, etc.], *en rapport avec une lésion cérébrale localisée et circonscrite, et chez un sujet dont l'exercice de la parole était normal auparavant."*

La lésion peut être due à un accident vasculaire (attaque, ictus...), à un traumatisme (accident, choc...) ou à un processus expansif (tumeur, abcès...). Au niveau clinique, les symptômes aphasiques sont variables. Ils comprennent des perturbations à différents niveaux, dans la perception et la production d'aspects phonétiques, phonologiques, syntaxiques et sémantiques du langage. Les tableaux diffèrent pour chaque patient selon la sévérité des troubles, la spécificité des difficultés langagières, les troubles associés, etc.

Plusieurs études de P.C. ont été effectuées avec des sujets cérébro-lésés à l'aide de tests d'identification (et parfois de discrimination). Certaines de ces expériences se servent de sons naturels, d'autres de sons synthétiques, mais proches du langage oral.[2] On remarque que, dans l'ensemble, les recherches effectuées avec différents continuums produisent des résultats concordants, à savoir :

---

[2]Certains auteurs ont utilisé un continuum voisé/non-voisé. Par exemple : Blumstein, Cooper, Zurif & Caramazza (1977) et Basso, Casati & Vignolo (1977). D'autres équipes de chercheurs ont fait varier leur continuum d'après le point d'articulation des phonèmes : Yeni-Komshian & Lafontaine (1983) et Blumstein, Tartter, Nigro & Statlender (1984). On trouve aussi une étude se basant sur la variation d'un intervalle de temps à l'interieur d'un énoncé : Python-Thuillard & Assal (1987).

- les sujets avec lésions hémisphériques droites, ainsi que les sujets avec lésions hémisphériques gauches sans aphasie, ne montrent pas de résultats significativement différents des sujets de contrôle. Ils présentent tous une catégorisation nette des stimuli du continuum.

- la plupart des sujets aphasiques avec lésion gauche obtiennent des résultats significativement différents des sujets de contrôle. La majorité présentent en effet, pour les consonnes occlusives, soit une P.C. altérée, soit une absence de P.C. On peut noter cependant que tous les sujets aphasiques ne présentent pas une altération de la frontière catégorielle.

Ces résultats soulignent bien l'importance du rôle joué par l'hémisphère gauche dans la perception des phonèmes et donc des traits acoustiques (voisement, point d'articulation...). C'est cet hémisphère qui semble être également le siège principal des processus sous-jacents au phénomène de la P.C. Mais étant donné que les processus cérébraux mis en jeu lors de la perception phonétique sont encore trop peu connus, il convient de rester prudent quant à une localisation exacte de la perception du langage dans l'hémisphère gauche du cerveau.

Comme la plupart des expériences ont été faites en anglais, à l'aide de continuums qui mettent en valeur les traits importants de cette langue, il nous a semblé intéressant de mener une étude sur des patients aphasiques francophones à l'aide d'un test français (Grosjean et Dommergues, ce numéro). Ce test a l'avantage d'être en français (ce qui est rare dans la littérature), d'utiliser des consonnes occlusives (ce sont elles qui montrent le mieux la perception catégorielle) et d'être réalisé à partir de la parole naturelle et non de matériel synthétisé (comme c'est le cas dans la plupart des recherches). Il préserve donc les variables de la parole et reste proche du langage quotidien. Dans ce qui suit nous allons comparer les performances de sujets aphasiques à des sujets de contrôle et à des sujets avec lésions cérébrales droites dans une tâche d'identification.

2. Méthode

Sujets : 30 sujets ont participé à cette étude. Ils ont tous été choisis selon les critères suivants : droitiers (critère vérifié avec l'index de latéralisation d'Oldfield), francophones (le français comme première langue apprise et encore parlée) et sans baisse d'audition (critère vérifié à l'aide d'un audiogramme tonal dans les fréquences de la parole, c'est-à-dire entre 1000 et 3000 Hz. et ce jusqu'à 30 dB.). Le niveau socioculturel n'a pas été considéré comme un critère de sélection.

- 12 sujets-contrôles : 5 femmes et 7 hommes, de 27 à 69 ans, leur moyenne d'âge étant de 56 ans (écart-type = 12). Ils ont été choisis de façon à pouvoir être appariés suivant l'âge aux sujets aphasiques. Ils n'ont pas d'antécédents neurologiques.

- 12 sujets aphasiques : 3 femmes et 9 hommes, de 29 à 71 ans, leur moyenne d'âge étant de 55,7 ans (écart-type = 13,5). Ils ont tous une lésion strictement unilatérale, focalisée, d'origine vasculaire ou tumorale, vérifiée par un CT-Scan cérébral. Ces patients ont tous subi un test de compréhension auditive (le Token-Test d'après De Renzi & Faglioli, 1978) et leurs scores, corrigés en fonction du niveau socioculturel (nombre d'années de scolarité et formation professionnelle suivies) révèlent tous une compréhension auditivo-verbale insuffisante, voire sévèrement déficitaire.

- 6 sujets avec lésion hémisphérique droite : 3 femmes et 3 hommes, de 50 à 64 ans, leur moyenne d'âge étant de 57 ans (écart-type = 5,5). Ils n'ont pas de troubles du langage. Ils ont également une lésion unilatérale, focalisée, d'origine non-traumatique, localisée grâce au CT-Scan.

Matériaux : La tâche d'identification a été limitée à 60 items en raison de la fatigabilité des patients. Les 12 items du continuum "camp-gant" sont donc présentés 5 fois, en ordre aléatoire. L'intervalle entre chaque stimulus est de 2 secondes. Deux cartes, l'une illustrant un camp et l'autre un gant, sont présentées au sujet. Celui-ci répond en pointant vers l'une des deux cartes.

Procédure : Avant le test, un entraînement a lieu, afin de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne. L'examinateur prononce 10 phrases du genre "montrez le camp" (5 fois) et "montrez le gant" (5 fois), dans un ordre aléatoire. Si le sujet n'obtient pas 90% de réponses correctes, un second entraînement a lieu. Si à nouveau le sujet n'atteint pas une performance de 90%, il est éliminé de l'étude. Puis on fait passer le test, de façon individuelle et dans une pièce calme, avec port du casque (à un volume d'audition de 40 dB.).

Analyse des données : Pour chaque courbe nous avons obtenu les deux mesures suivantes :

- L'emplacement de la frontière perceptive : Avant de calculer cet emplacement, nous avons dû déterminer si la frontière était présente (il fallait 60 à 80% de chute, sur 7 éléments au maximum). Puis, nous avons trouvé le point sur la frontière qui correspond au moment où le sujet perçoit 50% de "camp" et 50% de "gant". C'est également l'endroit où la pente de la frontière est maximale. L'emplacement a été calculé ainsi : à chaque point de la pente, nous avons attribué la valeur de prévoisement correspondante. A partir de ces valeurs, la ligne de régression a été calculée (c'est la droite qui se situe à une distance minimale de chaque point). L'endroit de cette pente qui correspond à 50% de "camp" nous donne l'emplacement de la frontière ; celle-ci est déterminée par sa valeur de prévoisement sur l'abscisse.

- L'indice d'ancrage : Pour obtenir cet indice il nous a fallu d'abord obtenir l'ancrage des extrémités du continuum. Celui-ci est donné par deux mesures, l'une correspondant à la moyenne des valeurs des points situés à gauche de la pente et l'autre par celle des points situés à droite. La valeur des points est calculée en % de variation par rapport à des valeurs "idéales" (stimuli perçus à 100% comme "camp" à gauche de la frontière ; stimuli perçus à 100% comme "gant" à droite de la pente). Cette mesure concerne donc la perception des stimuli intra-catégoriels, de part et d'autre de la frontière. Afin de pouvoir comparer ces valeurs d'ancrage entre les différentes populations étudiées, un calcul supplémentaire a été introduit : le calcul de l'indice d'ancrage (I.A.).

Pour trouver cet indice, la moyenne des valeurs d'ancrage des points à droite et à gauche de la frontière est calculée.

3. Résultats

Dans le Tableau 1 nous présentons les résultats obtenus pour l'emplacement de la frontière perceptive et l'indice d'ancrage.

Groupe	Emplacement de la frontière (msec)	Indice d'ancrage
Contrôles (n=12)	32,98 (8,57)	1,96 (2,67)
Lésions droites (n=6)	37,15 (17,04)	0,33 (0,75)
Lésions gauches (n=12)	28,93 (9,15)	9,63 (7,36)

Tableau 1. Moyennes et écart-types (entre parenthèses) des emplacements de la frontière perceptives et des indices d'ancrage pour les trois groupes : contrôles, lésions gauches et lésions droites.

- *Les sujets-contrôles* : Les résultats obtenus correspondent à notre attente. Les courbes ressemblent à celles des sujets-pilotes (ayant participé à la validation du test) dont la moyenne d'âge est plus basse. La moyenne de l'emplacement des frontières se situe à 32,98 msec de prévoisement (écart-type = 8,57). Elle était de 40 msec pour le premier groupe étudié, celui des sujets-pilotes (qui étaient plus jeunes). La frontière moyenne des sujets-contrôles est donc plus proche de l'extrémité "camp" que celle des sujets-pilotes qui classent plus tard les sons dans la catégorie /g/ (différence significative : $t = 2,20$; $df\ 22$; $p < 0,05$). L'indice d'ancrage moyen des sujets-contrôles est de 1,96 (écart-type = 2,67).

- *Les sujets avec lésion cérébrale droite* : Ces sujets présentent également tous une frontière perceptive nette. La moyenne des emplacements des frontières se situe à 37,15 msec de prévoisement (écart-type = 17,04). Elle n'est pas significativement différente de celle des sujets-contrôles ($t = 0,65$; $df\ 16$; N.S.). La moyenne des I.A. qui est

0,33 (écart-type = 0.75), n'est pas significativement différente de celle des sujets-contrôles (t = 1,39; df 16; N.S.).

- *Les sujets aphasiques* : Une frontière perceptive a pu être mise en évidence chez les sujets aphasiques mais elle est souvent peu nette (voir Figure 3 à la page suivante). L'emplacement de la frontière se situe en moyenne à 28,93 msec de prévoisement (écart-type = 9,15) ce qui n'est pas significativement différent des sujets-contrôles et des sujets avec lésions droites (t = 1,07 ; df 22 ; N.S. t = 1,26 ; df 16 N.S. respectivement). La valeur moyenne des I.A., par contre, est de 9,63 (écart-type = 7,36), valeur significativement différente de celle des sujets-contrôles et des sujets avec lésion hémisphérique droite (t = 3,25 ; df 22 ; $p < 0.01$ et t = 2,91 ; df 16 ; $p < 0.05$, respectivement).

4. Discussion

Les sujets aphasiques présentent pour la plupart une frontière perceptive mais ils se différencient de manière significative des deux autres groupes au niveau de la perception intra-catégoriel des stimuli. L'identification phonétique de ces stimuli n'est pas stable et quelques sujets semblent même présenter une ébauche de frontière à l'intérieur des catégories perceptives (le sujet 7 à l'item 8, par exemple). De plus, on remarque que les stimuli 1 et 12 (extrémités du continuum) ne sont pas toujours perçus correctement.

Comment interpréter la présence d'une frontière catégorielle mais une perception instable des extrémités du continuum? On ignore à quel moment le processus d'identification phonétique est altéré suite à la lésion cérébrale : input du stimulus (perception), traitement de l'information (catégorisation) et/ou réponse du sujet. Voici quelques hypothèses qui peuvent être avancées :

- Suite à une lésion cérébrale, des troubles apparaîtraient au niveau de l'analyse acoustique du stimulus. Les sujets auraient des difficultés à traduire en une image acoustique (analyse spectrale) l'onde sonore qu'ils perçoivent et de ce fait seraient incapables d'identifier toujours correctement ce qu'ils ont perçu.

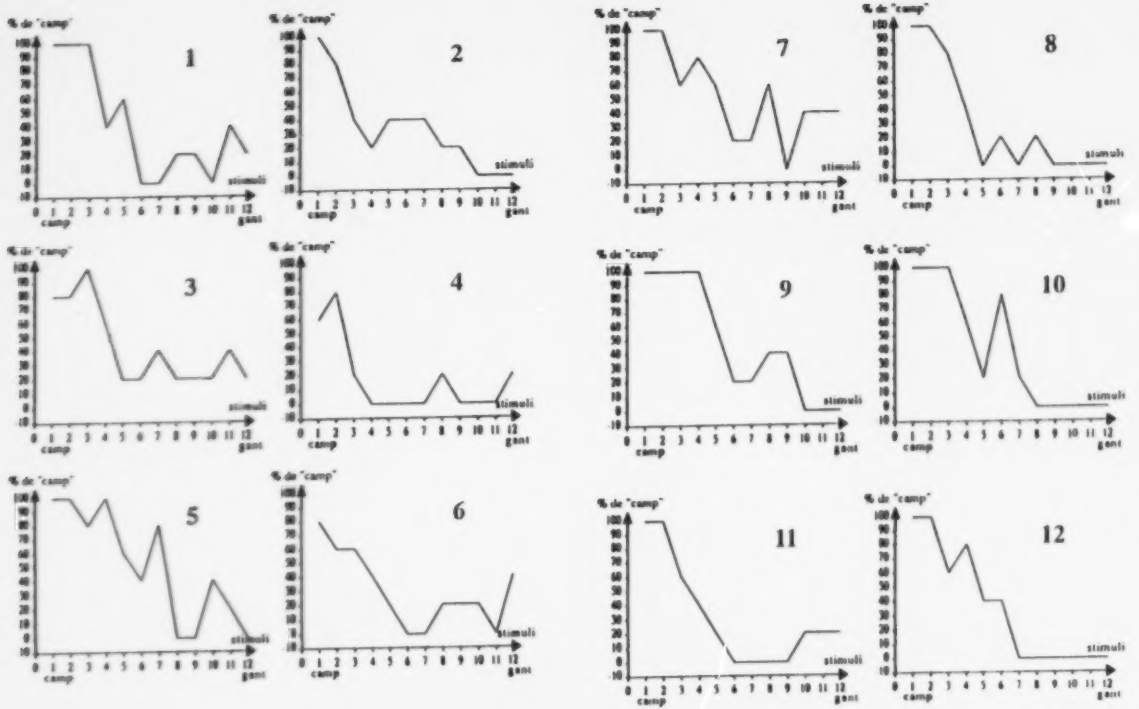


Figure 3. Les courbes d'identification des sujets aphasiques (n=12).

- Des difficultés existeraient au niveau phonétique : les sujets n'arriveraient pas à attribuer une étiquette phonétique à l'image acoustique perçue. Le passage de l'identité acoustique à l'identité phonétique serait troublé.

- Une perturbation au niveau de la réponse expliquerait également ces performances : le sujet aurait choisi correctement /k/ ("camp") ou /g/ ("gant") mais ferait une erreur lors de l'indication de l'image du camp ou du gant.

Il est probable que plusieurs des facteurs interviennent simultanément et différemment selon les types d'aphasie (Assal, 1974).

En guise de conclusion, notons qu'il serait intéressant de poursuivre ces recherches avec le même test mais avec un nombre plus important de sujets aphasiques afin de former des sous-groupes selon les différents syndromes aphasiques. Ceci permettrait d'approfondir les observations déjà réalisées et d'apporter de nouveaux éléments afin de mieux comprendre la perception catégorielle chez les sujets cérébro-lésés.

5. Bibliographie

ASSAL, G. (1974): "Troubles de la réception auditive du langage lors de lésions du cortex cérébral", *Neuropsychologia*, 12, 399-401.

AUBERT, C. & G. ASSAL (1980): "Perception du silence dans la parole : deux tests d'illusion auditive", *Revue Médicale Suisse Romande*, 100, 147-154.

BASSO, A., G. CASATI & L.A. VIGNOLO (1977): "Phonemic identification defect in aphasia", *Cortex*, 13, 85-95.

BLUMSTEIN, S.E., W.E. COOPER, E.B. ZURIF & A. CARAMAZZA (1977): "The perception and production of voice-onset-time in aphasia", *Neuropsychologia*, 15, 371-383.

BLUMSTEIN, S.E., V.C. TARTTER, G. NIGRO & S. STATLENDER (1984): "Acoustic cues for the perception of place of articulation in aphasia", *Brain and Language*, 22, 128-149.

GROSJEAN, F. & J.-Y. DOMMERGUES (1994): "Continuum acoustique "camp-gant" obtenu par hybridation : fiche descriptive", *Travaux neuchâtelois de linguistique (TRANEL)*, 21, 35-38.

HECAEN, H. & L. LANTERI (1983): *Les fonctions du cerveau*, Paris, Masson.

LIBERMAN, A.M., K. SAFFORD HARRIS, H.S. HOFFMAN & B.C. GRIFFITH (1957): "The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries", *Journal of Experimental Psychology*, 5.

PETITOT-COCORDAT, J. (1984): *Les catastrophes de la parole, de Roman Jakobson à René Thom*, Paris, Maloine.

PYTHON-THUILLARD, F. & G. ASSAL (1987): "Troubles de la perception du langage chez les aphasiques : étude d'une illusion audio-verbale", *Archives de Psychologie*, 55, 305-313.

DE RENZI, E. & P. FAGLIOLI (1978): "Normative data and screaning power of a shortened version of the Token test", *Cortex*, 14, 41-49.

REPP, B.H. (1983): "Categorical perception: Issues, methods, findings", in: LASS, N.J. (Ed.), *Speech and Language: Advances in Basic Research and Practice*, New-York, Academic Press.

YENI-KOMSHIAN, G.H. & L. LAFONTAINE (1983): "Discrimination and identification of voicing and place contrasts in aphasic patients", *Canadian Journal of Psychology*, 37 (1), 107-131.

TRANEL (Travaux neuchâtelois de linguistique), 1994, 21, 155-163.

Perception catégorielle et troubles du langage écrit

Florence Lambert-Dutoit

Résumé

Cette étude compare la perception catégorielle d'enfants dyslexiques à celle d'enfants sans difficultés d'apprentissage du langage écrit. Les enfants des deux groupes ont passé un test d'identification basé sur le continuum "camp-gant" développé par Grosjean et Dommergues (ce numéro). Aucune différence significative n'apparaît entre les deux groupes, ni au niveau de l'emplacement de la frontière perceptive ni dans la variation intra-catégories. Quelques hypothèses sont présentées pour expliquer cette similitude.

1. Introduction

La catégorisation est un phénomène universel qui sert, entre autres, à organiser et à traiter le langage. Au niveau de la perception de la parole, les sons sont classés en catégories et nous les percevons en fonction de celles-ci ; c'est ce qu'on appelle la **perception catégorielle** (P.C.). Elle permet une représentation unique des sons du langage à l'intérieur d'une communauté linguistique, en dépit de variations individuelles. Par contre, ces catégories varient d'une langue à l'autre (voir l'article de K. Klose, ce numéro, pour une description générale de la P.C.).

Après avoir validé le continuum acoustique élaboré par Grosjean et Dommergues (ce numéro) avec des sujets-contrôles (Dutoit, 1989 ; Klose, 1990), il nous a semblé intéressant de nous pencher sur les enfants dyslexiques, à savoir ceux qui présentent des difficultés dans l'apprentissage du langage écrit. Nous voulions répondre aux deux questions suivantes :

1) Les enfants avec des difficultés dans l'apprentissage du langage écrit possèdent-ils une frontière catégorielle ?

2) Dans l'affirmative, est-elle comparable à celle d'enfants-contrôles ?

De nombreuses études ont été menées sur des enfants dysphasiques (présentant un retard de langage), alors que celles menées sur des enfants

dyslexiques (avec difficultés d'apprentissage du langage écrit) sont moins nombreuses. De même, des expérimentations ont été plus souvent faites sur des enfants en bas âge, à notre connaissance, que sur des plus grands.

Il est bien connu que les enfants perçoivent les sons de la parole de façon catégorielle (pour une revue de la littérature, voir entre autres, Eimas, Miller et Jusczyk, 1987) mais nous n'avons que peu de données, d'ailleurs souvent contradictoires, sur la perception catégorielle des enfants dyslexiques. Tallal (1980), par exemple, arrive à la conclusion qu'un mécanisme perceptif "primaire" serait à la base de quelques difficultés dans l'analyse efficace du code phonétique et finalement dans l'apprentissage de la lecture. Brandt & Rosen (1980), quant à eux, ne démontrent pas de déficits phonologiques évidents chez leurs sujets dyslexiques, alors que ceux de De Weirdt (1988) se montrent moins performants que les sujets-contrôles dans toutes les tâches. Néanmoins, étant donné les fréquentes confusions phonétiques et les difficultés de discrimination auditive rencontrées chez certains "dyslexiques", nous formulons l'hypothèse qu'un déficit phonétique pourrait exister chez quelques-uns d'entre eux et qu'il serait éventuellement décelable par un test de perception catégorielle.

2. Méthode

Sujets : Onze enfants dyslexiques qui répondaient aux critères suivants : droitiers, francophones, sans trouble auditif apparent (contrôle auditif lors du bilan), sans trouble psychologique important (entretien avec un pédopsychiatre lors du bilan), traitement pris en charge par l'AI sous l'étiquette "dyslexie-dysorthographie"[1]. Ces enfants dont la moyenne d'âge est de 10,65 ans vont à l'école publique ; ils suivent tous un traitement logopédique, mais ont été choisis parmi les patients de quatre logopédistes différentes.

Des sujets-contrôles ont été appariés à ces enfants au niveau du sexe, du degré scolaire et de la moyenne d'âge, qui est de 10,82 ans. Ils ont été choisis par leur enseignant pour répondre aux mêmes critères que ceux des enfants dyslexiques sauf en ce qui concerne le dernier point : ils ne devaient avoir aucune difficulté en français.

---

1 "Dyslexie : trouble de l'apprentissage de la lecture qui peut se manifester dès le début de la scolarité primaire à différents niveaux : perceptif, de compréhension, de décodage, de recherche d'information, etc. Ce trouble est en général associé à un trouble d'apprentissage du code écrit, mais il peut se trouver de manière isolée. (...)

Dysorthographie : trouble de l'apprentissage de l'écriture pouvant apparaître dès le début de la scolarité primaire, à différents niveaux : perceptif, métalinguistique, de l'encodage, de la communication écrite, etc. (...)"

Matériel : Le test de P.C. (perception catégorielle) a été construit au laboratoire de traitement du langage et de la parole de l'université de Neuchâtel (Grosjean et Dommergues, ce numéro) selon le modèle du laboratoire Haskins (Cf. notamment Repp, 1983). Il se présente sous la forme de deux épreuves : l'identification et la discrimination de stimuli d'un continuum verbal.

Procédure : Seul le test d'identification a été retenu (la tâche de discrimination n'apportant aucune information supplémentaire). Il comportait 96 items (8 groupes de 12 stimuli) au lieu des 120 prévus, ceci à cause d'une certaine impatience constatée lors d'un pré-test sur des enfants.

Deux dessins ont été effectués, illustrant un camp (tentes d'Indiens) et un gant. Après avoir répondu oralement aux questions permettant de déterminer l'index de latéralisation selon Oldfield-Edinburgh, les enfants écoutaient la consigne suivante :

> "Tu vas entendre des phrases du type "Montrez le camp" ou "Montrez le gant" ; je te demande de m'indiquer, après chaque phrase, si le dernier mot est "camp" ou "gant", en me montrant le dessin correspondant. Quelquefois tu auras des doutes, mais je te demande quand même de choisir un des dessins. Tu devras répondre assez rapidement, car il n'y a que deux secondes entre chaque phrase. Après plusieurs phrases, il y aura un silence un peu plus long et tu entendras les mots "groupe suivant", et tu continueras ; il y aura en tout huit groupes de phrases."

Un essai oral était effectué, puis débutait la tâche d'identification proprement dite ; les sujets écoutaient les stimuli, enregistrés sur bande magnétique (appareil N 2536 Philips), à l'aide d'un casque. Ce test se déroulait sans interruption. L'image désignée était cochée, puis les résultats ont été analysés et transcrits graphiquement.

Analyse des données : Pour chaque courbe d'identification, et comme dans l'étude de Klose (ce numéro), nous avons obtenu les deux mesures suivantes :

- L'emplacement de la frontière perceptive : Avant de calculer cet emplacement, nous avons dû déterminer si la frontière était présente (il fallait 60 à 80% de chute, sur 7 éléments au maximum). Puis, nous avons trouvé le point sur la frontière qui correspond au moment où le sujet perçoit 50% de "camp" et 50% de "gant". C'est également l'endroit où la pente de la frontière est maximale. L'emplacement a été calculé ainsi : à chaque point de la pente, nous avons attribué la valeur de prévoisement correspondante. A partir de ces valeurs, la ligne de régression a été calculée (c'est la droite qui se situe à une distance minimale de chaque point). L'endroit de cette pente qui correspond à 50% de "camp" nous donne l'emplacement de la frontière ; celle-ci est déterminée par sa valeur de prévoisement sur l'abscisse.

- L'indice d'ancrage : Pour obtenir cet indice il nous a fallu d'abord obtenir l'ancrage des extrémités du continuum. Celui-ci est donné par deux mesures, l'une correspondant à la moyenne des valeurs des points situés à gauche de la pente et l'autre par celle des points situés à droite. La valeur des points est calculée en % de variation par rapport à des valeurs "idéales" (stimuli perçus à 100% comme "camp" à gauche de la frontière; stimuli perçus à 100% comme "gant" à droite de la pente). Cette mesure concerne donc la perception des stimuli intra-catégoriels, de part et d'autre de la frontière. Afin de pouvoir comparer ces valeurs d'ancrage entre les différentes populations étudiées, un calcul supplémentaire a été introduit : le calcul de l'indice d'ancrage (I.A.). Pour trouver cet indice, la moyenne des valeurs d'ancrage des points à droite et à gauche de la frontière est calculée.

BEST COPY AVAILABLE

3. Résultats

Les figures des pages suivantes montrent les courbes d'identification obtenues pour les enfants dyslexiques (Figure 1) et les enfants-contrôles (Figure 2). Chaque courbe correspond à un enfant. En abscisse sont représentés les 12 items du continuum de "camp" à "gant" ; en ordonnée, le pourcentage de stimuli identifiés comme "camp".

Comme nous pouvons l'observer, les enfants des deux groupes ont une frontière catégorielle nette, même si, chez certains, la pente a parfois été difficile à délimiter. Les courbes des enfants dyslexiques ressemblent fort à celles des sujets-contrôles.

La mesure de l'emplacement de la frontière perceptive confirme cette observation. Elle se situe en moyenne à 36,64 msec de prévoisement (écart-type 7.91) pour les enfants dyslexiques et à 35,73 msec (écart-type 3.05) pour les enfants-contrôles. Cette très légère différence n'est pas significative ($t = 0.34$; df 20 ; NS). Le seul enfant qui se détache légèrement du lot est le n° 1 ; lors du bilan, il s'est avéré que cet enfant faisait beaucoup de confusions sourdes / sonores, dont /k/ et /g/ ; mais on s'aperçoit que c'était le cas pour la plupart des autres aussi. On peut également faire quelques autres hypothèses : ces enfants ont été testés en hiver - période de rhume - et une légère baisse momentanée de l'audition est possible. De plus, l'expérimentation n'ayant pu se faire dans une pièce insonorisée, des bruits peuvent également être à l'origine des quelques résultats légèrement "déviants".

En ce qui concerne l'ancrage des extrémités, 9 des 11 enfants dyslexiques montrent des ancrages nets, avec des moyennes égales ou proches de 0. Le n° 5 pose des problèmes car sa pente commence déjà à l'item n° 1 ; d'un point de vue strict, ce sujet n'aurait donc pas d'ancrage à gauche. Il a pourtant été décidé que ce premier point de la pente serait aussi son point d'ancrage - sa pente descendant ensuite (presque) régulièrement. Le n° 1 est celui dont le % de variation est le plus grand par rapport aux valeurs idéales (ancrage à 9,37 des deux côtés). Les enfants-contrôles montrent en moyenne des points plus nets et proches de 0 que les dyslexiques, à part le sujet n° 2. Mais à nouveau la différence entre les deux groupes n'est pas significative.

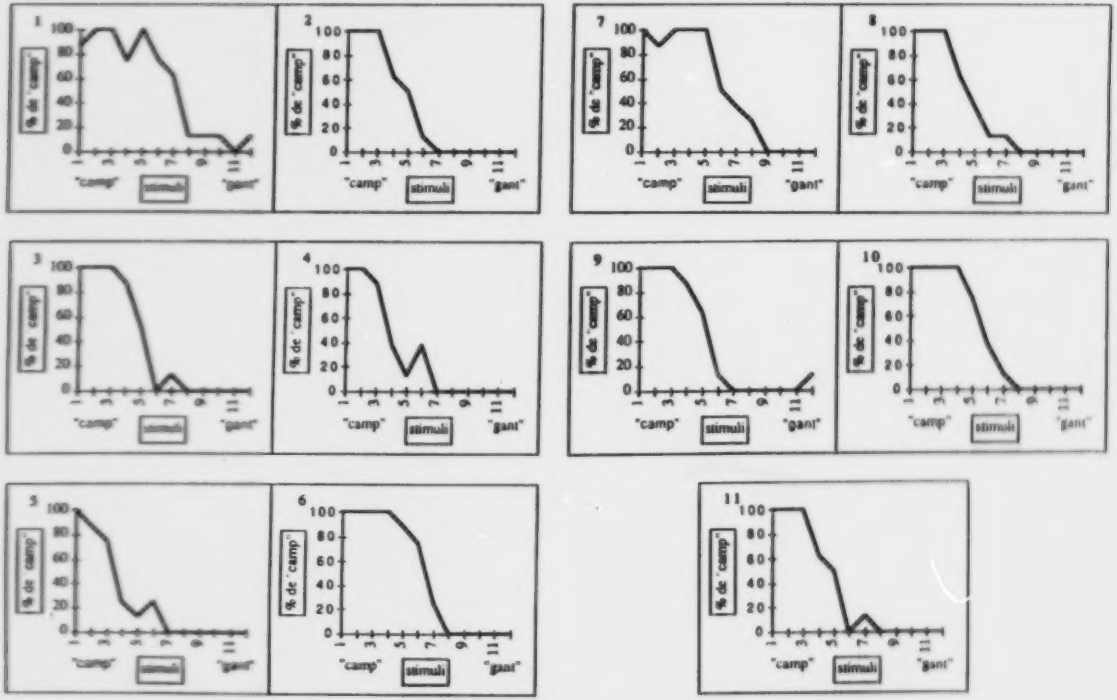


Figure 1. Les courbes d'identification des enfants dyslexiques (n=11).

BEST COPY AVAILABLE

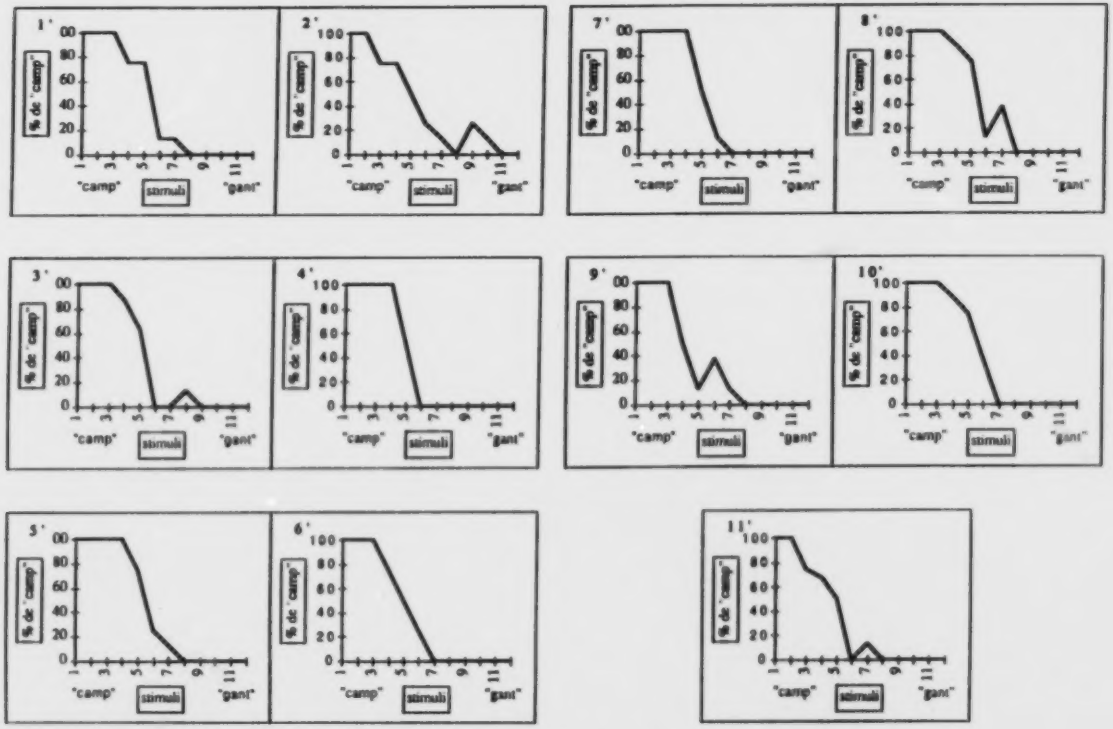


Figure 2. Les courbes d'identification des enfants-contrôles (n=11).

BEST COPY AVAILABLE

En somme, nous nous trouvons en présence de 22 graphiques qui se ressemblent fortement et qui ne permettent en aucun cas de différencier les deux groupes. Tous les sujets montrent une P.C. nette.

4. Discussion générale

Si nous reprenons les deux questions du départ (Les enfants avec des difficultés dans l'apprentissage du langage écrit possèdent-ils une frontière catégorielle ? Dans l'affirmative, est-elle comparable à celle d'enfants-contrôles ?), nous pouvons répondre de manière affirmative aux deux. En effet, les sujets dyslexiques ont montré des courbes d'identification tout à fait comparables à celles des enfants-contrôles. Comment expliquer cette similitude ? Quelques suggestions peuvent être proposées.

Il est admis qu'une connaissance implicite du langage parlé est nécessaire pour apprendre à lire. Mais ceci étant généralement le cas, ce n'est pas là que réside une des explications des difficultés dans l'acquisition de la lecture. Certains auteurs - notamment Alegria & Morais (1979) - préconisent qu'une conscience explicite de certaines caractéristiques du langage, et notamment celle des phonèmes, serait aussi nécessaire pour apprendre à lire. Il a été montré que la segmentation en syllabes était beaucoup plus facile que la segmentation en phonèmes, et réalisée plus précocement. On peut donc faire l'hypothèse que des difficultés en lecture pourraient être liées à des problèmes d'analyse au niveau phonétique.

Il est possible de poser le problème différemment : "Dans quelle mesure la découverte de la structure phonétique est-elle un prérequis du processus d'apprentissage ou dépend-elle de celui-ci ?" (in Alegria & Morais, 1979). Un argument en faveur de la seconde hypothèse serait, par exemple, l'expérience réalisée sur des adultes analphabètes par Morais, Cary, Alegria & Bertelson en 1979 (citée par Alegria & Morais, 1979). Ces adultes, tout comme les enfants très jeunes, étaient pratiquement incapables de segmenter la parole en phonèmes, alors que leur performance était nettement meilleure lorsqu'il s'agissait de le faire en syllabes. Un groupe de sujets alphabétisés tardivement a été testé en parallèle et s'est montré nettement plus performant que le premier. Nous

pouvons donc penser que la lecture développe l'habileté d'analyse phonétique. Or les sujets dyslexiques que nous avons testés ont tous eu deux ans au moins d'apprentissage du langage écrit, ce qui a pu avoir un effet sur leurs résultats. De plus, tous ces enfants suivent un traitement logopédique depuis plusieurs mois, et nous pouvons donc imaginer que tout un travail d'écoute, de discrimination de sons et de phonèmes a été fait.

Il est clair que les enfants dyslexiques n'ont pas montré de difficultés dans l'identification des éléments du continuum mais cela ne signifie pas que les dyslexiques n'aient pas de déficit au niveau phonétique. L'origine de difficultés d'acquisition du langage écrit se situe aussi à d'autres niveaux : problématique visuo-spatiale, représentation mal ancrée des graphèmes ou des phonèmes, efficience moins grande de la mémoire, problème à passer d'un code à un autre, sans oublier les facteurs relationnels ou de motivation. La dyslexie n'étant pas un syndrome unitaire, une des formes se situerait peut-être effectivement dans un contexte phonique et il serait bon de continuer la recherche dans cette voie. On pourrait, par exemple, a) tester ce même groupe de sujets dyslexiques avec un continuum variant selon le lieu d'articulation ; b) leur faire effectuer également la tâche de discrimination, puisque c'est dans celle-ci que De Weirdt (1988) a trouvé les différences les plus significatives entre les groupes ; c) avec ce même continuum, tester des enfants plus jeunes, dont la lecture n'aurait pas encore entraîné les capacités d'analyse phonétique ; d) étudier d'autres populations dites "pathologiques", afin de vérifier si effectivement certains sujets ne montrent pas une P.C. Quelle que soit la population étudiée, il serait important de tester un échantillon plus vaste, car les "cas" que l'on place sous la même étiquette sont parfois très différents et ne présentent donc pas tous des difficultés ou des déficits au même niveau.

5. Bibliographie

ALEGRIA, J. & J. MORAIS (1979): "Le développement de l'habileté d'analyse phonétique consciente de la parole et l'apprentissage de la lecture", *Archives psychologiques XLVII*, 183, 251-270.

BRANDT, J. & J.J. ROSEN (1980): "Auditory phonetic perception in dyslexia: categorical identification and discrimination of stop consonants", *Journal of Brain and Language*, 9, 324-337.

COMMISSION CANTONALE DE L'ASSURANCE-INVALIDITÉ, *Précisions quant à l'interprétation de la circulaire de l'OFAS sur le traitement des graves difficultés d'élocution dans l'AI du 01.11.78* (février 1982).

DUTOIT, F. (1989): *Perception catégorielle et troubles du langage écrit*, Mémoire de diplôme d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

EIMAS, P.D., J.L. MILLER & P.W. JUSCZYK (1987): "On infant speech perception and the acquisition of language", in: HARNAD, S. (Ed.), *Behavioral and Brain Sciences*, Princeton, New Jersey, Cambridge University Press.

GROSJEAN, F. & J.-Y. DOMMERGUES (1994): "Continuum acoustique "camp-gant" obtenu par hybridation : fiche descriptive", *Travaux neuchâtelois de linguistique (TRANEL)*, 21, 35-38.

KLOSE, C. (1990): *Perception catégorielle et sujets avec lésions cérébrale*,. Mémoire de diplôme d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

REPP, B.H. (1983): Categorical perception: "Issues, methods, findings", in: LASS, N.J. (Ed.), *Speech and Language: Advances in Basic Research and Practice*, New York, Academic Press.

TALLAL, P. (1980): "Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children", *Brain and Language*, 182-198.

DE WEIRDT, W. (1988): "Speech perception and frequency discrimination in good and poor readers", *Applied Psycholinguistics*, 9, 163-183.

Speech Viewer I : comment on s'en sert et comment s'en servir

Adrienne Müller & Anne-Claude Prélaz

Résumé

Cet article présente Speech Viewer I, un programme d'aide à la parole développé par IBM. Après une description du logiciel et de ses modules, nous résumons les résultats d'une enquête faite auprès d'une trentaine d'orthophonistes en Suisse Romande. Ayant constaté que les utilisateurs ne profitent pas pleinement du logiciel, nous faisons une série de propositions d'utilisation des modules en fonction d'un certain nombre de pathologies courantes.

1. Introduction

Comme toute profession, le domaine de l'orthophonie est en constante évolution au niveau théorique et pratique, ce qui explique que certaines techniques informatisées se soient développées pour le traitement du langage écrit et oral. Dans cette étude[1], nous nous sommes intéressées à Speech Viewer I, un programme d'aide à la parole développé par IBM. Basé sur la visualisation des paramètres de la voix (amplitude, fréquence fondamentale et temps), il permet, entre autres, aux personnes sourdes ou ayant des problèmes vocaux de mieux gérer ces paramètres. Notre objectif était double : nous souhaitions tout d'abord fournir une évaluation critique de cet outil afin de permettre une éventuelle mise à jour du programme par la maison productrice, mais surtout nous souhaitions donner aux utilisateurs de nouvelles idées d'application.

L'histoire de Speech Viewer I débute en 1978 lorsque des chercheurs d'IBM commencent à explorer de quelles manières les connaissances actuelles dans le domaine du traitement automatique de la parole pourraient aider des enfants sourds dans l'apprentissage de la langue orale. Ils élaborent le système informatisé d'aide à la parole Vocalization qui sera le précurseur de Speech Viewer. Pendant dix ans le programme est testé et évalué par des professionnels du domaine de la surdité afin de permettre

[1] Issue d'un travail de mémoire d'orthophonie (Müller & Prélaz, 1993).

aux chercheurs d'améliorer leur outil. Les articles de Bindas (1986), Churan & al. (1986) et Riski (1986), par exemple, offrent un compte rendu de son utilisation dans divers instituts américains. Ils situent l'outil dans le contexte de l'institution, décrivent le type de patients avec lesquels il est possible de l'utiliser, le genre de travail effectué et les résultats obtenus au travers d'études de cas. En 1989 Speech Viewer I apparaît sur le marché européen et deux ans plus tard quelques 18 versions langagières existent. La version 1 a déjà fait l'objet d'un certain nombre d'études : Ryalls & Cloutier (1991), Mahaffey (1991), Pratt & al. (1991), par exemple.

Speech Viewer se présente sous forme d'une carte de traitement vocal et d'un logiciel que l'on installe sur un ordinateur IBM PS2 ou sur un IBM compatible (en utilisant la carte d'entrée PS2). Il fonctionne sous le système d'exploitation DOS, version 4.00 ou ultérieure, et nécessite une taille mémoire minimale de 640Ko. L'équipement comporte aussi un haut-parleur et un microphone pour l'enregistrement et la réécoute des productions. Les onze modules de Speech Viewer permettent de maîtriser progressivement les principales composantes de la parole, de manière plus ou moins ludique. L'orthophoniste adapte les programmes selon les objectifs thérapeutiques en définissant, par exemple, le degré de complexité. Le patient bénéficie en temps réel d'un feed-back visuel et parfois auditif de l'émission sonore. Les différents modules sont regroupés en trois catégories, chaque catégorie comprenant un certain nombre de programmes particuliers qui ont pour nom l'objet que l'on voit sur l'écran :

- La découverte : 1-*Kaléidoscope* (découverte du son), 2-*Ballon* (amplitude), 3-*Thermomètre* (fréquence fondamentale), 4-*Train* (attaque du voisement) et 5-*Clown* (amplitude et voisement). Ces modules représentent chacun une ou deux composantes acoustiques de la voix. Le patient en prend peu à peu conscience grâce à l'interaction avec les dessins qu'il anime à l'écran. Par exemple, les modules *Ballon*, *Thermomètre* et *Clown* représentent respectivement l'amplitude, la fréquence fondamentale et l'opposition voisé / non-voisé.

- Les exercices de contrôle : 6-*Parcours d'obstacles* (contrôle de la fréquence fondamentale), 7-*Relief* (contrôle du voisement), 8-*Singe* (contrôle d'une voyelle) et 9-*Labyrinthes* (contrôle de quatre voyelles). Ces exercices servent à maîtriser les paramètres acoustiques de la parole

sans qu'ils soient intégrés dans un contexte linguistique. On peut également adapter la vitesse et le niveau de tolérance du système pour assurer le succès du patient. Parmi ces modules, nous trouvons le *Parcours d'obstacle* qui exerce le contrôle de la fréquence fondamentale en obligeant le locuteur à moduler la hauteur de sa voix pour suivre un chemin donné et le *Relief* qui concerne la tenue du voisement et la maîtrise du souffle.

- Les graphiques : 10-*Enveloppe ou fréquence*, 11-*Signal vocal* et 12-*Spectre*. Ce dernier groupe de modules présente des graphiques et des résultats statistiques. Ceux-ci permettent d'analyser les productions de manière plus technique : il est possible de réécouter des mots ou des phrases, d'examiner des échantillons de parole, d'enregistrer des productions sur disque dur ou disquette. Ces données peuvent servir de base de comparaison au cours de l'évolution du traitement et permettre une évaluation relativement objective.

Pour notre part, nous avons trouvé intéressant d'étudier comment Speech Viewer était utilisé par les orthophonistes eux-mêmes. Nous avons donc développé un questionnaire détaillé que nous avons remis à une trentaine de logopédistes en Suisse Romande qui utilisent le logiciel avec différents types de populations. Le résultat de cette enquête consiste en une série de données ainsi qu'un certain nombre d'idées nouvelles pour l'utilisation du logiciel.

2. Méthode

Sujets : Trente-quatre orthophonistes, répartis sur l'ensemble de la Suisse Romande, ont répondu au questionnaire.

Matériel : Le questionnaire était composé principalement de questions à réponses libres et à échelles et comportait les sections suivantes : informations générales, installation, familiarisation et découverte, utilisation en thérapie, évaluation, nouvelle version, conclusion.

Procédure : Hormis sept cas, nous avons rempli le questionnaire avec les orthophonistes sur leur lieu de travail.

Analyse des données : Chaque type de question a fait l'objet d'une analyse différente (quantitative et qualitative).

3. Résultats

1. Informations générales : Les utilisateurs mettent en avant l'attrait, la motivation et l'aspect ludique du logiciel, qualités qui sont d'ailleurs relevées tout au long du questionnaire. Le fait que le logiciel ne soit pas un outil en soi mais un moyen complémentaire est également fréquemment cité. L'utilisation de Speech Viewer est ponctuelle avant tout. Elle a pour but de visualiser les paramètres vocaux travaillés en thérapie, en les présentant sous une forme ludique et diversifiée. Les limites, quant à elles, concernent la reconnaissance de la parole et la complexité des réglages.

2. Installation : Dans la majorité des cas, les utilisateurs n'ont pas procédé eux-mêmes à l'installation de la carte informatique de Speech Viewer. Nous avons donc mis de côté cette partie du questionnaire.

3. Familiarisation et découverte : La majorité des utilisateurs ont dans un premier temps découvert Speech Viewer lors de démonstrations du logiciel ou/et de cours. D'autres se sont contentés d'utiliser le manuel et de découvrir le logiciel par tâtonnements, seuls ou avec des collègues. L'accès à un premier niveau de maîtrise a été aisé et a nécessité relativement peu de temps. Toute la phase d'approfondissement des connaissances (réglages, adaptations, lecture de certains graphiques) par contre, a souvent été laissée de côté et de ce fait a limité l'utilisation du logiciel. Certains utilisateurs trouveraient utile d'avoir une personne de référence pour ce genre d'explications ou d'avoir accès à un guide plus détaillé ou même un programme de démonstration. Les principales demandes se situent donc au niveau du lien technique-clinique.

4. Utilisation en thérapie : Speech Viewer, conçu à la base pour les enfants sourds afin de remédier aux problèmes d'articulation et de maîtrise de la voix, a vu son utilisation s'étendre. Les logopédistes s'en sont rapidement servi pour ces mêmes troubles sans surdité associée, puis l'ont appliqué à des problématiques telles que troubles d'élocution, rhinolalie, dysarthries, etc. Aucun prérequis spécifique n'est nécessaire pour l'utilisation de ce logiciel, si ce n'est un intérêt pour ce genre d'approche. Une bonne connaissance du système par le thérapeute est cependant indispensable si l'on ne veut pas être limité dans les applications. La

maîtrise de sa propre voix n'est d'autre part pas négligeable ! L'enfant, quant à lui, se montre enthousiaste et amusé, Speech Viewer présentant un grand attrait de par sa présentation ludique et colorée. Ne donnant pas toujours sens au feed-back visuel, l'enfant a parfois besoin d'une explication de l'adulte.

5. Évaluation : La majorité des utilisateurs ne se servant pas de Speech Viewer à des fins d'évaluation, nous n'avons pas approfondi cet aspect.

6. Nouvelle version : Certaines lacunes ont été relevées par les utilisateurs. Quelques fonctions absentes étaient souhaitées : le traitement des consonnes (articulation), le travail du timbre, le traitement du nasonnement, ainsi qu'une approche des niveaux de langage plus complexes. Des améliorations ont également été proposées telles que l'accroissement de la variété des modules et l'amélioration du traitement de la parole.

Ces différents souhaits ont été exaucés, en partie, avec l'arrivée sur le marché en 1992 de la nouvelle version, Speech Viewer 2, qui fait suite à trois ans de recherche. On y trouve notamment : plus de variété dans les modules, la possibilité de travailler l'articulation des consonnes (sauf les occlusives) ainsi que l'enchaînement de phonèmes et de mots, une amélioration dans la gestion des fichiers, la possibilité d'avoir plusieurs versions linguistiques sur le même programme, la présentation d'un spectrogramme en trois dimensions, un casque à micro, un filtre anti-bruit, une grille clavier adaptée aux personnes handicapées moteur, un élargissement du registre des fréquences traitées (->7000Hz), la conversion possible des signaux acoustiques en signaux optiques et un programme de démonstration sous forme de vidéo. D'autres souhaits n'ont pas obtenu satisfaction : la baisse du prix, la simplification du fascicule, la vulgarisation de la technique et l'établissement d'une progression par niveaux.

Pour conclure ce tour d'horizon des avis exprimés sur Speech Viewer, il est intéressant de faire ressortir les avantages et les inconvénients principaux du logiciel. Les apports les plus fréquemment cités sont la possibilité de visualiser les phénomènes acoustiques, l'aspect ludique du

logiciel et la possibilité de diversifier la thérapie. Quant aux limites, les utilisateurs ont surtout relevé les problèmes de reconnaissance de la parole, les difficultés de réglages et d'utilisation des fichiers, le coût et la nécessité de devoir maîtriser l'ordinateur pour que le programme soit performant.

4. Nouvelles utilisations

Les propositions que nous faisons ci-dessous sont issues aussi bien du questionnaire auquel ont répondu les logopédistes que de nos lectures et des suggestions décrites par les développeurs de Speech Viewer. Nous les présentons d'abord en fonction de différents paramètres de la parole, classés par ordre alphabétique, et les regroupons ensuite dans un tableau récapitulatif. Ces idées devraient permettre de nouvelles possibilités dans l'utilisation clinique et amener à une meilleure exploitation du logiciel.

1. L'accent étranger : La réduction de l'accent étranger peut être travaillée grâce aux modules graphiques. Dans *Enveloppe ou fréquence* on exerce l'opposition court/long ; les productions que l'on peut réécouter se font sur imitation. Dans *Signal vocal*, l'analyse est plus fine : on sélectionne le segment de courbe que l'on veut réécouter et voir agrandi au bas de l'écran. Enfin, grâce au *Spectre*, le sujet peut comparer des voyelles, en imiter la courbe, essayer de retrouver laquelle est affichée dans telle ou telle couleur. En fait, cette rééducation se base surtout sur l'auto-écoute et sur l'observation de ses propres mécanismes de phonation.

2. L'amplitude : Pour travailler cet aspect de l'émission vocale, diverses possibilités sont offertes. Un certain seuil d'amplitude doit être atteint pour animer le *Kaléidoscope*. Le *Ballon* grossit si l'on parle plus fort et la bouche du *Clown* s'agrandit dès que l'amplitude augmente. Deux graphiques peuvent également être utiles : dans *Enveloppe ou fréquence*, la plage d'amplitude peut être adaptée et il est possible ensuite de comparer la production de deux locuteurs. De même, dans le *Signal vocal*, l'amplitude est affichée par rapport à la fréquence fondamentale.

3. L'attaque du voisement et l'attaque glottale : Pour maîtriser l'attaque d'un son, qu'il soit voisé ou non-voisé, nous avons à disposition plusieurs modules. Le *Train* (attaque du voisement) est spécialement conçu pour découvrir la différence entre le son lui-même et l'attaque qui doit être

toujours renouvelée pour faire avancer le train. Quant au *Relief*, où la tenue d'un son voisé permet au ballon de survoler les montagnes, il amène à la précision de l'attaque dans le temps ; en effet, il faut prévoir silence et voisement par rapport au souffle disponible.

4. L'audition et la discrimination auditive : Étant donnée la conception de Speech Viewer qui veut compléter l'information auditive par des informations visuelles, la fonction auditive est active tout au long de l'utilisation du programme. Même dans le travail avec des personnes sourdes, ce lien est présent puisque l'image représente des données que l'oreille ne peut percevoir, du moins pas dans leur totalité. Dans tous les modules du logiciel, le contrôle auditif des émissions vocales est important, que ce soit lors de la production elle-même ou, dans un deuxième temps, pour l'analyse et la correction en vue de la rapprocher du modèle. Quel que soit l'exercice que l'on propose, la discrimination auditive ou plus généralement l'audition, sera mise à contribution. Suivant l'objectif visé et le genre de patient, elle sera plus ou moins sollicitée.

5. L'expression et la découverte de la voix (bruits, parole, chant) : En règle générale, Speech Viewer favorise assez bien l'expression et l'exploration de la voix. En fait, la plupart des modules permettent cette découverte : une action a lieu sur l'écran dès que l'on produit de la parole, du chant ou un bruit quelconque. Le choix du matériel sonore est vaste : il s'étend des phrases régulières de la comptine au simple bruitage. On peut inventer des mots, en déformer d'autres, jouer avec la voix et les mélodies, tout ceci dans un but prédéterminé ou simplement pour découvrir ses propres possibilités.

6. Le mécanisme pneumophonique : On sait que le souffle est à la base de toute expression vocale. Le volume d'air et son débit doivent coïncider avec l'intention du locuteur de dire quelque chose et également avec la manière dont il va le dire. Pour atteindre cet objectif, on peut se servir de Speech Viewer dans divers modules. Les deux premiers, le *Kaléidoscope* et le *Ballon*, permettent la confrontation avec la notion de durée d'un son : celle-ci sera plus longue si on économise son souffle, elle sera restreinte si l'expiration se fait trop rapidement. Le patient se rend compte alors qu'il peut contrôler sa sortie d'air. Dans le module du *Train*, on peut travailler la respiration en inspirant entre les syllabes, les mots ou les bouts de phrases

qui font avancer le train d'un ou de plusieurs crans. Le but est d'apprendre à inspirer rapidement, ce que nous faisons habituellement entre deux phrases lorsque nous parlons. Le danger est que le patient se crispe s'il essaie de faire avancer le train le plus vite possible. Le *Clown* met en relation la durée du voisement avec son amplitude. On doit doser le souffle et respirer efficacement. Le module *Parcours d'obstacle* (fréquence fondamentale) se prête à l'exercice de la tenue d'un son lorsque le mécanisme pneumophonique est déjà bien mis en place, ceci surtout si le mobile se déplace sur une courbe et s'il faut maîtriser la mélodie exigée. Il s'agit d'essayer de traverser l'écran avec le moins d'inspirations possible en cours de route. Le module *Relief* est idéal pour exercer le dosage du souffle. On commence par former de petites montagnes, avec un espace relativement grand entre elles. Puis la montgolfière reste en l'air plus longtemps et les vallées deviennent progressivement plus étroites. Il est important de pouvoir s'adapter aux capacités du patient puisque l'échec n'est pas encourageant. Si on désire une analyse plus précise des interactions entre les différents paramètres vocaux, on utilisera les graphiques que présentent *Enveloppe ou fréquence* et *Signal vocal* car le temps y est affiché en même temps que l'amplitude et la fréquence fondamentale. On peut donc observer les effets que pourrait avoir une des variables sur les autres.

7. Les notions spatiales : Un seul module permet de travailler les notions spatiales : les *Labyrinthes*. Le locuteur doit d'abord associer une voyelle à une direction, puis se diriger vers la sortie en produisant le phonème correspondant au sens dans lequel le mobile doit avancer.

8. La prosodie : Pour travailler cet aspect du langage, Speech Viewer offre plusieurs possibilités. Dans les modules de découverte, le *Ballon* et le *Clown* permettent d'obtenir des variations d'amplitude régulières et maîtrisées ou, au contraire, une production maintenue à une amplitude stable (son continu, phrase). Le *Thermomètre* quant à lui illustre les valeurs de Fo qu'atteignent respectivement les voix de femme, d'enfant et d'homme. Le *Train* est utile lorsque l'on s'intéresse au rythme prosodique. A l'aide d'une phrase dans laquelle consonnes sourdes et ponctuation sont réparties de manière homogène, on s'exerce à un débit régulier. Le but est atteint si le train rejoint la gare dans les temps fixés à l'avance. Le *Parcours d'obstacles* a été créé dans le but d'exercer les modulations dans la hauteur de la voix. Le patient suit des chemins toujours plus difficiles

avec des sons isolés, des mélodies, des phrases chantées ou parlées. Il prend conscience des possibilités de sa voix à acquérir un relief qui la rend plus attrayante. Ce module offre le grand avantage de pouvoir créer des parcours individualisés, adaptés aux possibilités de chaque personne. Les deux modules graphiques *Enveloppe ou fréquence* et *Signal vocal* permettent de développer la prosodie. On illustre la forme interrogative par rapport à l'affirmative ; on montre la différence entre quelqu'un qui parle d'une voix monotone ou d'une voix chantante. L'exercice peut se faire sur imitation, en lecture, ou en laissant deviner à l'autre quel genre de phrase est affichée à l'écran.

9. La réalisation de phonèmes : Malgré le fait que l'on se heurte parfois à des limites techniques (reconnaissance de parole surtout), les possibilités dans ce domaine sont nombreuses. Si on considère l'intelligibilité et la qualité de la prononciation, on peut utiliser un certain nombre de modules. Le *Clown* sert à bien distinguer les sourdes des sonores dans le groupe des consonnes. *Enveloppe ou fréquence* et *Signal vocal* concernent tous les phonèmes, tandis que le dernier module, le *Spectre*, est très utile pour les voyelles et les diphtongues. Le *Kaléidoscope* peut être utilisé pour travailler l'articulation, mais il n'apporte pas d'information précise sur telle ou telle caractéristique du phonème, mis à part la présence du voisement. Dans la réalisation des consonnes, l'aspect problématique est souvent l'opposition voisé/non-voisé. Les paires de constrictives et d'occlusives sont bien représentées par le *Clown*. Ce module est indiqué pour la différenciation sourde/sonore, et surtout pour les fricatives qui peuvent être émises sur une durée plus ou moins longue, par opposition aux occlusives qu'il est difficile de ne pas faire suivre d'une voyelle, ce qui fausse l'image. Par exemple : /tæ/ pour /t/ fait apparaître les points rouges du voisement. Les deux premiers modules graphiques sont également là pour montrer et analyser les différences, soit entre deux phonèmes (exemple : prononcer /ba/ puis /pa/), soit entre deux locuteurs qui produisent la même suite phonémique.

En ce qui concerne les voyelles, on peut analyser leur composition spectrale respective et leur place dans la suite sonore (influence des sons voisins) grâce aux trois modules graphiques. On peut également s'exercer à les réaliser les plus près possible du modèle à l'aide du *Singe* et des *Labyrinthes*. Pour cela, on peut soit utiliser comme cible les voyelles

présentées par Speech Viewer soit en créer soi-même. Cette dernière solution a comme avantage de pouvoir s'adapter à un accent spécifique. Quant au problème de la nasalisation de phonèmes oraux, ou inversement de l'oralisation de voyelles nasales, il est possible de le travailler en plaçant horizontalement une feuille cartonnée entre le nez et la bouche. On fait alors prononcer les voyelles concernées en tenant le micro soit en dessus, soit en dessous du carton et on constate ainsi si le passage d'air est adéquat. Les *Labyrinthes* mettent également en évidence la nasalité. Pour l'apprentissage des diphtongues, on peut figer le *Spectre* du début et celui de la fin du phonème puis montrer le passage de l'un à l'autre grâce au spectre dynamique.

10. Le rythme : Ceci est un élément important pour la compréhension du langage oral puisqu'il permet de décomposer les phrases et les mots en unités significatives. Il peut aussi servir de support dans une rééducation d'un bégaiement. Avec le *Ballon* et le *Clown*, on peut s'exercer à faire grossir le ballon et la bouche du clown en rythme, soit par alternance voisement/silence, soit par un son continu dont l'amplitude croît et décroît régulièrement. Avec le *Train*, toutes sortes de séquences de rythmes peuvent être exécutées, mais il faut être attentif à ne pas crisper le larynx ou d'autres muscles pendant la phonation. De même qu'avec le *Relief* où le parcours laisse en plus une trace visible des erreurs commises. Les deux premiers modules graphiques donnent encore une autre représentation du rythme.

11. Le voisement, le chuchotement et le silence : Nous avons déjà abordé le paramètre voisement en décrivant le travail sur les consonnes. Si on se centre sur le voisement en lui-même, par opposition au silence ou à un son non-voisé, trois autres modules peuvent être utilisés. Le *Train* qui permet de se rendre compte si le voisement est continu (le mobile n'avancera alors pas). Les *Parcours d'obstacles* illustrent le fait que la notion de hauteur (fréquence fondamentale) ne concerne que les sons voisés, et que pour faire avancer, monter ou descendre le mobile, les cordes vocales doivent vibrer. De même, le ballon du *Relief* réagit selon qu'il y a voisement ou silence.

Nous proposons à la page suivante un tableau qui présente les aspects de diverses pathologies que l'on peut traiter à l'aide de Speech Viewer.

	Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	Module 10	Mod 11	Mod 12
	son	amplitude	fréquence fondam.	attaque du voisement	amplitude voisement	fréquence fondam.	voisement	1 voyelle	4 voyelles	enveloppe fréquence	signal vocal	spectre
accent étranger										8	8	8
amplitude	2,3,4	2,3,4,*			2,3,4,*					2,3,4,*	2,3,4	
attaque et voisement	2,3,4	2		1,2,3,4,*	1,2,*		1,2,3			1,2,3	1,3	
attaque glottale	2,3	2,3		3	3					2,3	2,3	
audition	4	4	4	4	4					4	4	4
consonnes					*					1,4	1,4	
découverte de la voix	*	*	*		*							
diphtongues												1,4,*
durée, tenue de phonation	3,*				3,*	*	3,*	*		2,3,*		
expression	5,*	*	*	*	5,*		*			3,4,*		*
fréquence fondamentale			3,4,*			3,4,*				*	3,4	
intelligibilité	1,7		1,7					1,7,*	1,7,*	1,2,3,4,	*	*
maîtrise du souffle	1,2,3,4,*	1,2,3,4,*		1,2,3,4,	1,2,3,4,	*	1,2,3,4,*				1,2,3	
nasalité	6*	6*										
notions spatiales									*			
prosodie/mélodie	4	2,4	2,4	4	2,3	2,*				2,3,4,*	3,*	
qualité					3					3	3	3
réalisation voyelles	*							1,2,4,*	1,2,4,*	1,4,*	1,4,*	1,4,*
rythme		*		*	*		*			1,*	1	
sons voisés-non voisés				1,*	1,*	*	1,*			1,*	1	
voisement/silence	4		4	4*	4,*	4,*	4,*			4,*	4	

1 = dysarthries ; 2 = troubles de l'élocution ; 3 = troubles de la voix ; 4 = troubles auditifs ; 5 = mutisme ; 6 = hyper-nasalité ; 7 = apraxies ; 8 = accent étranger.

Tableau 1. Aspects de diverses pathologies que l'on peut traiter avec les modules de Speech Viewer. Les pathologies sont représentées par les chiffres, les aspects sont sur l'axe vertical et les modules sur l'axe horizontal.

BEST COPY AVAILABLE

Les aspects sont sur l'axe vertical et les modules sur l'axe horizontal. Quant aux pathologies, représentées par un chiffre, elles sont au nombre de huit : dysarthries (1), troubles de l'élocution (2), troubles de la voix (3), troubles auditifs (4), mutisme (5), hyper-nasalité (6), apraxies (7) et accent étranger (8). D'autres suggestions tirées des fiches modules (voir Müller & Prélaz, 1993) sont représentées par une astérisque (*). L'utilisation d'un autre instrument proposé par IBM ("accelerometer") est signalée par le ("). Ce tableau peut être consulté selon trois axes. Le premier se base sur la pathologie (chiffres). Pour un enfant sourd, par exemple, on repérera facilement avec le chiffre 4 les paramètres à travailler ainsi que les modules qui permettent de le faire. Les deux autres axes, décrits précédemment, permettent une diversification des applications à partir des modules ou encore des aspects problématiques.

5. Conclusion

Certains passages de cet article peuvent paraître un peu hermétiques aux lecteurs non initiés. Il est vrai que ces quelques pages, ainsi que le mémoire qui en est la source, n'ont d'intérêt réel que si l'on a la possibilité d'utiliser le programme Speech Viewer. Faute de pouvoir apporter une aide technique directe aux utilisateurs, nous avons tenté d'en montrer la richesse et la diversité afin de susciter l'intérêt nécessaire à l'approfondissement de certains domaines. Les modifications apportées dans Speech Viewer 2 (voir plus haut) devraient répondre à certaines attentes. Mais en attendant l'acquisition de cette nouvelle version, il serait souhaitable de ne pas se laisser limiter par des problèmes techniques et d'exploiter au maximum un logiciel déjà très performant.

6. Bibliographie

BINDAS, J.D. (1986) : "The IBM experimental speech program at Jackson Mann School", *IBM 4 cases studies*.

CHURAN, C. & al. (1986) : "Vocalization project at St.-Francis Hospital", *IBM 4 cases studies*.

CREPY, H., F. DESTOMBES & G. ROUQUIE (1986) : " Programmes d'aide à l'éducation de la parole", *Etude F109*, IBM France.

DESTOMBES, F. (1988) : "Programme IBM d'aide à la rééducation de la parole : conseils techniques et réunion des utilisateurs", Centre scientifique, IBM, Paris.

MAHAFFEY, R.B. (1991) : "Methods for using Speech Viewer", *IBM special needs systems*.

MÜLLER, A. & A.-C. PRELAZ (1993) : *Speech Viewer I : son utilisation en suisse romande*, Mémoire d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

PRATT, S., A. HEINTZELMAN & S. ENSRUD-DEMING (1991) : "The efficacy of using the IBM SpeechViewer vowel accuracy module to treat young children with hearing impairment", *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 1063-1074.

RISKI, J.E. (1986) : "The application of the "Vocalization" system to the treatment of articulation and voice disorders at Duke University", *IBM 4 cases studies*.

RYALLS, J. & M. CLOUTIER (1991) : "Evaluation de l'efficacité de deux interventions orthophoniques réalisées avec le Speech Viewer", *GLOSSA*, 25, 36-37.

RYALLS, J. (1989) : "Comparison of two computerized speech training systems : Speech Viewer and ISTRA", *ISLPA / ROA*, Sept, 3, 13.

Travaux de traitement automatique du langage

Automatic correction of French prose written by English native speakers: An LFG approach

Etienne Cornu

Abstract

We present a parser based on Lexical Functional Grammar (LFG) that is capable of detecting and correcting errors produced by English native speakers when writing in French. The errors are syntactic and morpho-syntactic in nature such as subject-verb and past participle agreement, adjective-noun word order, use of subjunctive in subordinate clauses, etc. The system processes a text sequentially, sentence by sentence, and the error-tolerant LFG parser can process any number of errors in the same sentence. A first evaluation shows that the system can correct some 70% of the errors in a small corpus.

1. Introduction

During the last decade, much effort has been put into developing computer programs that can correct errors in written text. Examples of such programs are the spell checkers that equip virtually every word processing software. If these programs seem to satisfy a very large number of users writing in their native language, this is not the case for those who need to write in a second language. For example, non-native writers of French or German make the common mistake of using the wrong gender with articles or adjectives. To help them detect, and possibly correct, this type of error, a program operating with a different type of knowledge is needed.

2. Background

A large variety of error detection and correction tools have been developed for English as a first language. They range from spell checkers that generate word alternatives using phonological rules to style checkers based on stylistic theory (Payette, 1990). One of the most advanced examples of such tools is the commercial product Correct Grammar. It performs a complete parse of each sentence using mechanisms that analyze even complex text structures, abbreviations, quotation marks, etc.

However, even if Correct Grammar represents quite an achievement, its usefulness is still questionable (Dobrin, 1990). Some grammar rules implemented in Correct Grammar are not normally observed by users, simply because they have different writing styles, whereas other rules are irrelevant because they are never broken.

The situation in the area of second language correction is not as developed as in first language checking. Although linguistic research in contrastive analysis and more recently in interlanguage theory (Corder, 1967; Selinker, 1972; Richards, 1972; Flynn, 1988) has produced many good descriptions and classifications of second language errors, little has been done to implement tools that will detect and correct these errors.

3. System Description

The aim of our research is to study the mechanisms involved in dealing with errors occurring specifically at the levels of syntax and morpho-syntax. To achieve this, we have implemented a parser based on Lexical Functional Grammar (Bresnan, 1982), later referred to as LFG. This parser is capable of detecting and correcting errors in written French produced by English native speakers. The errors that are processed fall into the following domains: subject-verb agreement, adjective-noun word order, noun phrase agreement, past participle rule, use of the subjunctive in subordinate clauses, subcategorization of selected verbs and usage of *à*, *au*, *aux*, *du* and *des*.

The system processes a text sequentially, sentence by sentence, and displays warning messages and suggestions for corrections when it detects an error. The system's error-tolerant LFG parser allows it to process any number of errors in the same sentence or sentence segment. It should be noted that we have put little emphasis on the interaction with the user, as the purpose of our research was to investigate the feasibility of using LFG as a basis for automatic error processing rather than to develop a ready-to-use second language writing tool.

4. Error detection using LFG

In LFG, the grammatical relations between words are encoded in functional structures ("f-structures"), which consist of ordered attribute-

value pairs. LFG imposes three grammaticality conditions on the contents of functional structures: uniqueness, coherence and completeness. The uniqueness condition specifies that an attribute in an f-structure may have at most one value. For example, the attribute 'number' may not be 'singular' and 'plural' at the same time. The coherence and completeness conditions apply to the subcategorization arguments of verbs and nouns. Together they impose a one-to-one correspondence between the functions present in an f-structure and the subcategorization list of the head of the f-structure.

The error detection mechanism of our system relies solely on these grammaticality conditions. The following examples show how each one is used.

1- Uniqueness

LFG theory uses common attributes such as 'gender', 'number', 'person' and 'case' to impose certain constraints on the text. One way to add constraints, and thus to detect additional errors, is to insert additional attributes. For example, this can be done to check the use of prepositions *de* and *à* in sentences such as *Il me permet de partir* (He allows me to leave) and *Il m'autorise à partir* (He authorizes me to leave). The following conditions are attached to the lexical entries of the above examples:

permet	(↑comp-prep) = prep-de
autorise	(↑comp-prep) = prep-à
de	(↑comp-prep) = prep-de
à	(↑comp-prep) = prep-à

These force the use of the preposition *de* with *permet* and *à* with *autorise* in the same way that the attributes 'number' and 'person' ensure the proper subject-verb agreement. However, this approach is insufficient in more complicated cases: the past participle rule in French is a typical example where conditions apply at more than one level. The gender and number of the past participle depend, amongst other things, on which auxiliary verb is used (*être* or *avoir*), on the position of the direct object

relative to the verb and on the gender and number of the subject or the direct object. In this case, the solution consists in adding not just one attribute to a lexical entry but a series of if-then rules that insert the correct constraints in the f-structure. Consider the sentence *Il les a achetés hier* (He bought them yesterday). The lexical entries for *achetés* and *a* are as follows:

achetés	(↑number) = plural	
	(↑gender) = masculine	
a	if	(↑obj position) is after-verb
	then	(↑number) = singular
		(↑gender) = masculine
	else	(↑number) = (↑obj number)
		(↑gender) = (↑obj gender)

(If the direct object is placed after the verb, the past participle is masculine singular, but if it is placed before the verb, as is the case in our example, the past participle takes the number and gender of the direct object.)

The value for the attribute 'position' is inserted in the f-structure by the phrase structure rule that was instantiated at the verb phrase level. The following simplified example shows how this is done:

VP	:==>	V	NP	PP
			(↑obj)= ↓	(↑obj2)= ↓
			(↑obj position)	
			= after-verb	

This mechanism appears in all situations where the order of sentence components is important, as when you have to indicate whether an adjective precedes or follows the noun in a noun phrase.

2- Coherence and completeness

Some verbs, such as *téléphoner* (to phone) and *donner* (to give), cause a lot of confusion among English native speakers writing in French as their complements are constructed differently in the two languages. In English, you phone someone whereas in French you phone *to* someone

(*téléphoner à quelqu'un*). This is obviously a case where, if the wrong construction is used, both the coherence and the completeness conditions are violated. Because of the large number of different phrasal constructions that arise in everyday texts, it would be unreasonable to flag an error every time one of these two conditions failed. Thus, instead of storing a comprehensive set of complement combinations, the system only flags an error when a specific situation occurs, such as:

IF the coherence or/and the completeness condition is not satisfied
AND the verb in question is a member of a specific list of misleading verbs
AND a specific combination of complements occurs
THEN an error is detected.

For the verb *téléphoner*, for example, an error is indicated only if a direct object is found in the f-structure instead of an indirect object. If the coherence or the completeness conditions fail for a verb not in the list, no action is taken.

5. Organization of the program

The central elements used for error detection and correction are the f-structures representing the input text. These are generated by an error-tolerant parser that produces one f-structure for each interpretation of the text and, at the end, discards all f-structures but one. The error correction stage then checks this f-structure for inconsistencies, determines the cause of the errors it may contain and corrects these when possible.

5.1. Error-tolerant parsing

Standard LFG parsers usually build f-structures in parallel with phrase structure trees called constituent structures ("c-structures"), so as to control the explosion of the number of solutions (Block and Hunze, 1986). With such methods, partial f-structures are discarded during parsing as soon as one of the grammaticality conditions fails. A different approach is necessary when the text contains errors (as in our case) as the grammaticality conditions fail for every single solution and no f-structure can be produced. Another difficulty encountered at this stage is that only

a few sentences can be fully parsed using today's methods. The presence of errors only amplifies this situation. In order to contain these problems, we have divided the parsing stage into two steps:

Step 1 - Construction of c-structures and segmentation

A chart parser is used to apply phrase structure rules to the text. If no complete c-structure can be created, a segmentation algorithm extracts islands from the chart (usually noun phrases and verb phrases) which can be processed separately.

Step 2 - Unification

Instead of discarding the f-structures that contain inconsistencies, the unification algorithm maintains a list of each attribute's values and their source, which can be a lexical item or a c-structure node equation. An error is recorded as soon as a list contains two different values, i.e. when the uniqueness condition is not satisfied. The coherence and completeness conditions are only checked after the f-structures have been built completely.

The final operation executed at this stage consists in counting the errors in each f-structure. Only the one with the fewest errors is kept and corrected.

5.2. Error processing

Given the f-structure produced by the parser, the goal of the error correction stage is to put the input text into grammatical form. When this is not possible, the error corrector produces a warning message without proposing a correct form. Regardless of the nature of the error in the text, each error is represented in the f-structure either by an attribute with ambiguous values or by a PRED attribute for which the subcategorization arguments do not match. Thus, instead of processing the text word by word, the error processing mechanism executes one complete correction procedure for each flagged attribute. Because every attribute is subject to having ambiguous values, one procedure is attached to every single attribute used by the grammar.

The behavior of the correction procedures varies according to the type of errors covered.

5.2.1. Ambiguous attributes related to morphological elements

Morphological errors occur, for example, when the gender of an article or an adjective is wrong, or when the verb is at the wrong person or at the wrong mode. Most error correction systems in this case only give a warning message to indicate the noun phrase or sentence fragment in which the error occurred. We have gone one step further in that the wrong words are actually corrected and replaced in the text. But this approach requires more information than what is usually encoded in the lexicon.

Consider the following two examples:

(a) * *Le maison* (the house) (b) * *Les maison* (the houses)

In (a) the gender of the article should be feminine instead of masculine, and in (b) the number of the noun should be plural. In both cases, the data in the f-structure only indicate a mismatch between the values of one attribute. To fill this gap, the error corrector uses a set of lexical rules to decide which value to select. Here are extracts of such rules:

- The gender of nouns takes precedence.
- The number of articles takes precedence.
- The past participle number and gender introduced by the auxiliary verb take precedence.

Given this information, the error correction procedures for morphological attributes execute the following operations:

(1) Find the reference value of the attribute.

(2) Find all the words that have a different value for this attribute.

(3) Search the lexicon for the new word form.

(4) Edit the text or show the new word.

In example (a) above (**Le maison*), the ambiguous attribute is 'gender'. Step (1) finds that the reference value is that of the noun, *maison*. Step (2) identifies that the article has a different value. Step (3) looks for the feminine equivalent of *le* in the lexicon and finds *la*. Finally, step (4) replaces *le* with *la*.

The same mechanism is also used to verify the past participle rule. The if-then rule shown for the auxiliary *avoir* in section 4 above introduces reference values for gender and number, and if they don't match the values of the past participle, the lexicon is accessed in order to find the new word.

5.2.2. Ambiguous attributes not related to morphological elements

The case of ambiguous attributes not related to morphological errors is similar to the previous one in that a reference value for the attribute is present, as in **Il me permet à partir* (He allows me to leave). Here, the attribute 'comp-prep' received the wrong value 'prep-a' from the word *à* instead of 'prep-de', which is the reference value obtained from *permettre*. In such cases, the correction procedure simply displays a warning message indicating that the main verb requires the preposition *de*.

5.2.3. Subcategorization errors

As mentioned earlier, the procedures attached to subcategorization errors only check for specific conditions to be present in the f-structure. The following example shows how the subcategorization for the verb *téléphoner* is verified.

IF pred = *téléphoner* THEN

IF obj is present

AND obj2 is not present

THEN print a warning message of the type
"use *téléphoner à quelqu'un* "

In all other cases, no action is taken.

This basic correction method can be improved somewhat when the direct object is a pronoun, as in the sentence * *Il la téléphone* (He calls her). A check for a pronoun can be added in the list of conditions, and the method used for morphological attributes (finding the reference value) can be applied to replace the accusative form of the pronoun with the dative (*lui*).

6. Evaluation

The aim behind the evaluation we conducted was to determine the extent to which LFG-based algorithms could be used in second language error correction systems. The corpus we used consisted of 165 sentences obtained mainly from grammar books for learners of French and illustrating the problems related to each of our 11 error categories. Two thirds of the sentences contained an error, the others were grammatically correct.

The error categories were the following:

1. Subject-verb agreement
2. Noun phrase agreement
3. Confusion between infinitive and past participle
4. Past participle rule with *être*
5. Past participle rule with *avoir*
6. Use of subjunctive in subordinate clauses
7. Subcategorization of verbs
8. Adjective-noun word order
9. Use of prepositions *de* and *à* with infinitive verbs
10. Confusion between *à* and *a*
11. Use of *à*, *au*, *aux*, *du* and *des* (preposition+article)

Our corpus was preferred to a set of 'real' texts (such as essays, translations or reports written in French by native speakers of English) because we did not have a lexicon or a set of grammar rules to cover such

texts. Also, the removal of the many errors that were not dealt with by our system was not considered to be appropriate. In addition, some of our error categories may have occurred infrequently.

In order to ensure an objective evaluation, the LFG lexicon was built out of context: the test sentences were segmented into words which were then sorted into alphabetical order before being inserted in the lexicon. The sentences themselves remained hidden until they were submitted to the system.

The results of the evaluation for each category of errors were the following:

category	hit	incorrect detection	miss	false alarm
1. S-V agreement	7	-	3	1
2. NP agreement	8	1	1	5
3. PP vs. inf.	10	-	-	8
4. PP *être*	6	2	2	-
5. PP *avoir*	8	-	2	-
6. subjunctive	4	-	6	-
7. subcateg.	2	1	7	2
8. adj. position	10	-	-	2
9. prep + inf.	6	-	4	1
10. *a* vs. *à*	8	1	1	1
11. prep + art.	8	-	2	-
total	77	5	28	20
	(70%)	(4.5%)	(25.5%)	

Table I - Results for each error category

Out of the 77 hits, 18 (23%) were warnings and 59 (77%) were corrections (the system gave the proper form of the word to replace or to add in the text). As we can see from the results, some error categories are characterized by a high hit rate and a low number of false alarms. Among these, the success of categories 8 (adj. position) and 11 (prep+art) can be largely attributed to the simplicity of the test sentences. A simple pattern matching scheme checking for word pairs would have detected most, if not all, of these errors. Two other categories, 5 (PP-*avoir*) and 10 (*a* vs. *à*), are good examples of cases where the advanced grammatical formalism was used to its full extent.

Two error categories, numbers 2 (NP agreement) and 3 (PP vs. infinitive), are characterized by a high hit rate but also generated a large number of false alarms (13 false alarms altogether). They show what can happen when the error detection mechanism is too loose. Adding detection constraints would reduce the number of false alarms but would also result in fewer detections, which would in turn considerably lower the overall performance of the system.

Finally, some error categories are characterized by a low hit rate. Categories 6 (subjunctive) and 7 (subcateg) are examples where our system did not possess the information required to handle the very specific situations in which these errors occurred.

Another way to look at the results is to use the glass box approach (Palmer and Finin, 1990) where the goal is to determine the behavior of the individual components of the system. In order to achieve this, we have divided the error detection and correction process into four steps and counted how many of the 53 system failures (incorrect detections, misses and false alarms) could be attributed to each one.

We determined that 50 of the 53 failures (94%) were caused by insufficient or inadequate information either in the lexicon (26 cases, 49%) or in the syntactical rules that are used to build the c-structures (24 cases, 45%). Consider the following examples:

a. * *Avoir connus des étrangers est important.*
(To have known strangers is important)

b. * *Je suis content qu'elle vient.*
(I am happy that she is coming)

In (a), the system did not recognize the past infinitive (*avoir connu*). Not only did it fail to detect the error in *connus*, but it also generated two false alarms when it suggested to replace *est* with *sont* and to add an 's' to *important*. In (b), the lexicon did not contain any rule specifying that the expression *être content* required the subjunctive. In the other 3 failures, 2 were due to problems in the selection of the 'best' f-structure (the one that has the least number of errors) and only 1 was caused by an inappropriate correction rule. In this latter case, **cette homme* was replaced with **ce homme*.

These observations show that the algorithms used in the system need complete linguistic data in order to perform well. If we added the missing information, we could expect the performance of the system to improve significantly on the given set of test sentences. There are several problems with this approach however:

1- Modifying the lexicon may produce other false alarms or misses.

2- A different set of test sentences could unveil other weaknesses in the lexicon or the grammar rules.

3- The system's memory and execution time are reaching their limits. Adding more data would require that we adapt some algorithms, thus modifying the behavior of the system (not necessarily for the better).

7. Conclusions

An advantage of using a parser based on LFG is that most of the grammatical rules, such as subject-verb agreement, do not have to be specified explicitly in the program's database. Verifying these rules is done indirectly by applying the well-formedness conditions to f-structures. The use of a modern grammatical formalism also allows the detection of complicated cases, such as the past participle rule and the subjunctive in relative clauses. On the other hand, the data explosion that the system still experiences prevents it from processing long and complicated sentences. We assume that this phenomenon could be

controlled to some extent by comparing and discarding partial solutions during the earlier parsing stage. The evaluation of the system has shown that the algorithms work quite well but that the major bottleneck lies in the amount of lexical and syntactical information needed to create the structures on which the detection and correction algorithms are based. This is a major drawback if we want to use an LFG-type grammar in a commercial application.

We have only demonstrated how sentences containing no more than a single error of a predefined type are handled. But if we consider the large number of spelling, lexical and semantic errors usually contained in texts, we can only assume that the system presented here would be just one element of a general error correction program. How the necessary interaction between our LFG-based algorithms and the other components would occur has yet to be determined.

8. References

ATWELL, E. & S. ELLIOT (1987): "Dealing with ill-formed English text", in: GARSIDE, R. & al. (Eds.), *The Computational Analysis of English*, London, Longman.

BLOCK, H. & R. HUNZE (1986): "Incremental construction of C- and F-structures in a LFG-parser", *Proceedings of COLING*.

BRESNAN, J. (Ed.) (1982): *The Mental Representation of Grammatical Relations*, Cambridge, MA, The MIT Press.

CATT, M. (1988): *Intelligent Diagnosis of Ungrammaticality in Computer-Assisted Language Instruction*, University of Toronto, Technical Report CSRI-218.

CORDER, P. (1967): "The significance of learners' errors", *IRAL*, 5, 161-170.

DOBRIN, D. (1990): "A new grammar checker", *Computers and the Humanities* , 24 (1), 67-80.

FLYNN, S. (Ed.) (1988): *Linguistics in Second Language Acquisition*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

PAYETTE, J. (1990): *Intelligent Computer-Assisted Instruction in Syntactic Style*, University of Toronto, Technical report CSRI-247.

PALMER, M. & T. FININ (1990): "Workshop on the evaluation of natural language processing systems", *Computational Linguistics*, 16 (3), 175-81.

RICHARDS, J. (1972): "Social factors, interlanguage and language learning", *Language Learning*, 22, 159-188.

SELINKER, L. (1972): "Interlanguage", *IRAL*, 10 (3), 209-31.

TREMBLAY, J.-P. (1972): *Grammaire comparative du français et de l'anglais*, Québec, Les presses de l'université Laval.

Evaluating second language grammar checkers ◊

Cornelia Tschichold

Abstract

Different aspects of an evaluation of grammar checkers for non-native speakers are presented. They include extra-linguistic topics such as user-friendliness as well as various linguistic aspects. The importance of using "authentic" (i.e. second language) text material is emphasized. The point of view of a potential user is proposed as a strategy for designing and selecting appropriate test material to be used in an evaluation kit.

1. Introduction

This article is a short summary of the "Lizentiatsarbeit" I wrote in 1991. Its topic was the evaluation of bilingual grammar checkers and comprised a ready-made kit that could be used by potential users to evaluate and compare grammar checkers. A black-box approach to evaluation was used, i.e. an evaluation where the internal functioning of the tool is not examined; only performance observable from a user's point of view is tested.

Grammar and style checkers have been developed as a step forward from spelling checkers now available for most word-processing software. They claim that they can detect the most frequent grammatical and stylistic errors made by native speakers. In particular, bilingual grammar checkers are supposed to find typical interference errors made by non-native speakers. Over the last few years, several such bilingual checkers, mostly for English texts, have appeared on the market. They are relatively inexpensive programs and are therefore only rarely evaluated in more than informal articles in computer magazines.

Evaluation of software tools can be defined as the comparison of the actual behavior of the evaluated tool with the requirements of the potential users (Guida & Mauri, 1986). However, evaluation of NLP (natural

◊ This research was supported by a grant from the Swiss CERS/KWF (2054.2).

language processing) systems is hampered by the facts that, on the one hand, there are no formal criteria for measuring the deviations between the requirements and the performance, and, on the other hand, only samples can be used for the testing procedure due to the nature of natural language. There is, however, no general agreement about the establishment of such sample sets (Palmer & Finin, 1990). Another problem is simply the lack of a formal standard relating to the requirements for such software programs.

Evaluation of grammar checkers is further complicated by the basic conflict inherent in grammar checking formalisms. Parsing relies on correct structures and therefore violations of these grammatical structures would normally lead to a failure of the overall parse (Thurmair, 1990). But this does not necessarily help the user find the error in the sentence. Nevertheless, I believe that it is possible to arrive at a meaningful statement on the usefulness of grammar checkers if the point of view of a potential user is adopted and if as many as possible of the relevant aspects are tested and compared to the user's needs, even if relatively informal criteria are used. Such an evaluation will not be independently valid, but can serve as a comparison of different tools.

An evaluation should judge not only the purely linguistic capacities of a grammar checker to detect and correct errors in a text but also the usefulness of such a product on a wider scale. Consequently, non-linguistic considerations such as compatibility and user-friendliness become more relevant. Linguistic aspects should include not only the actual correcting capacity of the tool but also on-line references that can help the user with specific grammatical points or vocabulary problems. Such on-line references can be very useful during the writing process and during correction as today's grammar checkers are still far from being perfect. Finally, an evaluation procedure for such a relatively inexpensive program should be simple and not too time-consuming to perform.

2. Extra-linguistic aspects

One of the primary aspects of a software program for potential users is compatibility with their own equipment and software. In the case of grammar checkers, this mainly concerns the operating system and word

processor already in use. A grammar checker that is not compatible with the user's word processing software is obviously at a strong disadvantage compared to a program that works with (or within) his or her usual word processor and is able to cope with and preserve the formatting information already there.

The other non-linguistic aspect is user-friendliness in a broad sense. This is an important point as a grammar checker is a product intended for a fairly general group of users. The program should be easy to install and use, and be robust against unscheduled user inputs. Speed, visual appearance, and the quality of the editing facilities should also be assessed. This can be done by using simple scales to evaluate personal impression. Finally, the messages that the grammar checker gives when an error is found should preferably be in the user's first language and also be meaningful to those who have neither a linguistic nor a computer science background. Messages should be polite and provide enough information about the error to allow the user to understand the nature of the error and then to take a decision on its correction.

3. Linguistic aspects

The linguistic aspects of a grammar checker can be divided into the actual error detection and correction facilities and the on-line reference options offered, such as dictionaries and grammars. Such on-line language tools are intended to help the user during the writing process, but should also be readily available during correction. They can be evaluated for content, for completeness (as compared to paper dictionaries and grammars), for easy accessibility and input error tolerance, for updating options and for general user-friendliness, including visual appearance and speed. A user-friendly look-up function for a thesaurus, for example, would include automatic morphological changes, e.g. a verb in the past tense could be replaced with the past tense of another verb if the user chooses to replace that verb with a synonym found in the thesaurus. Similarly, the correct article "a" or "an" would be automatically chosen before the following noun or its adjective.

Once the text has been written, the core of the grammar checker comes into action. For a bilingual grammar checker, there are more

linguistic aspects to take into account than for a monolingual checker. Users make more errors, and more varied ones, when they write a text in their second language. Some of these errors are influenced by the structure of their native language. Ideally a bilingual tool should therefore be able to deal with the many types of errors that occur in written text. These include:

- punctuation	* The increase was 4,8 %.
- spelling	* adress
- morphology	* Reactions will be more strong.
- syntax	* I would have never dreamt of this.
- lexicon	* Some afraid people ran away.
- style	? You can say good-bye to your business.

Within each of these error categories, the user's native language should be taken into account both in detection and in the proposed correction(s). Above all, a bilingual grammar checker should be capable of detecting at least those errors that are most frequent for a particular pair of languages. The fact that a grammar checker can correct an error the user is not ever likely to make may be impressive, but it is not very helpful to users. This and the fact that users will have varying levels of knowledge of English and differing preferences concerning points of grammar are reason enough for the program to have an option that lets the user turn off those checks not needed. In addition, turning off certain checks can be used as a less than ideal solution to the problem of overflagging.

In a black-box evaluation, linguistic testing is carried out using texts containing various errors that are run through the grammar checker. As we are dealing with natural language, it is obviously impossible to test every error in every possible context; we therefore have to work with samples of texts. The problem that arises here is the selection of test sentences. They should include different classes of errors but also similar errors in varying contexts. Furthermore, the chosen texts should correspond to the type of evaluation being done. The users' level of English, their native language, and the style they prefer to use should be taken into account. Therefore, one of the best solutions seems to be to

choose "real" texts containing typical errors. If required, these can be complemented by constructed sentences to test specific features.

Using authentic texts in an evaluation of bilingual grammar checkers has several advantages. Very often there is more than one error in a single sentence, and these can influence each other to a point where the grammar checker is at a total loss. Furthermore, the problem of taking into account the exact frequency of certain error types can be bypassed to a certain extent with this approach. Such a procedure also helps to pinpoint the particular weaknesses of these tools, e.g. their inability to deal with lexical choice, which is a particularly important point for non-native writers.

An evaluation of the detection process should include the number and type of wrong detections. The importance of this "overflagging" should not be underestimated. Non-natives are naturally less sure of their language skills and therefore more prone to be thrown into doubt by an unclear or wrong message. These superfluous messages are both confusing and make the grammar checking process much more time-consuming for the user. An adequate number of penalty points should therefore be given for every wrong message. In the 50-page kit compiled for my "Lizentiatsarbeit", the following six-part classification for error messages is proposed.

	Flag		**No flag**
	Detection (DF)	Warning (WF)	(nF)
Error	Case 1	Case 2	Case 3
No error	Case 4	Case 5	Case 6

The first three cases are applicable if there is an error in the text.

> **Case 1** represents the ideal situation: An error is detected and the message adequately describes the problem and proposes an acceptable solution.
>
> **Case 2** occurs when the error is found but the message includes restrictions, e.g., "If this word is a noun, then...". Such a warning message should enable the user to solve the problem.
>
> **Case 3** applies when the grammar checker misses an error in the text.

Grammar checkers also issue error messages and warnings if there is no error in the text (overflagging). In this context, the following three cases can be distinguished:

> **Case 4** represents the worst case: The grammar checker detects an error where there is none.
>
> **Case 5** is slightly less disastrous than the above because the message only gives a warning that should enable the user to rule out the error described in the message.
>
> **Case 6** is applicable when there is no error in the text and no flag is produced.

This classification is quite simple and computational linguists and tool designers may want to use finer distinctions. However, it seems easy enough to handle for inexperienced users. As some grammar and style checkers never issue detection flags but simply give warnings and statements of caution, cases 1 and 4 could be omitted or used only for spelling errors.

Here are some examples. The first three each contain one error which is underlined.

I come to visite you.
Message: spelling error Detection flag (DF) **Case 1**

A sheriff's wife is married with the law.

Message: This preposition may be wrong or superfluous.	Warning flag (WF)	**Case 2**

I have selected those which apply for this story.

No message	No flag (nF)	**Case 3**

The following examples are correct and should not provoke any flags.

on the 15th of March

Message: capitalization error (*th*) detected	Detection flag (DF)	**Case 4**

I have decided to go.

Message: Warning: "to decide" is a false friend.	Warning flag (WF)	**Case 5**

I have decided to go.

No message	No flag (nF)	**Case 6**

On the following page we present an extract of a text written by a French native speaker. It shows how the error message classification can be used for continuous texts. The same classification can be applied to individual sentences where more specific errors are tested. The six possible cases are given next to each error and are represented by a number. The evaluator simply has to circle the number that corresponds to what the checker does for that error.

	Error			No error		
	DF	WF	nF	DF	WF	nF
But in 1992, the fact that some people are afraid of the loss of our neutrality risks to (risks ø)	1	2	3	4	5	6
preventing us to realize (from realizing) our professional ambition.	1	2	3	4	5	6
An other (Another)	1	2	3	4	5	6
problem could be brought by (caused)	1	2	3	4	5	6
the geographical place of Switzerland in the middle of Europe. If the Swiss Government still refuses the passage (transit)	1	2	3	4	5	6
of lorries of more than 40 tones (tons)	1	2	3	4	5	6
across the land (country).	1	2	3	4	5	6
the European Government could simply stop the negotiations (negotiations)	1	2	3	4	5	6
leads with us on other fields: (ø with us in)	1	2	3	4	5	6
Europe can introduce a lot of little obstacles towards us (for)	1	2	3	4	5	6
what could (which)	1	2	3	4	5	6
destroy our economic (economy)	1	2	3	4	5	6
by preventing us to export (from exporting)	1	2	3	4	5	6
our production by the introduction of technical norms or by taxes on exportation, for example. (exports)	1	2	3	4	5	6
TEXT TOTAL:						

The number of occurrences of each case can then be counted and multiplied by coefficients that reflect the quality of the flag.

Total of Case 1: multiply by +2
Total of Case 2: multiply by +1
Total of Case 3: multiply by -1
Total of Case 4: multiply by -2
Total of Case 5: multiply by -1
Total of Case 6: multiply by 0

This gives a total which should be positive for a grammar checker that is of some help to users. If the result is a negative total, then users should not use the program regularly to check their English. This type of numbered evaluation makes it easy to compare different products.

4. Concluding remarks

A bilingual grammar and style checker is a tool which will have a similar - if smaller - group of users to that of a word processor. It should therefore be easy to install, to learn and to use. All the tool's features should be comprehensible to users who know how to use a word processor but who are not computer scientists. User-friendliness also includes such questions as use of the mouse, well-organized help options, speed, and a certain level of robustness against unexpected inputs by the user. Instead of trying to establish independent standards of user-friendliness, the evaluator can assess it on the basis of personal impression.

The check lists in an evaluation kit should cover all areas of compatibility, user-friendliness, quality of written documents and tutorials, messages, speed, and on-line help. To check the actual detecting and correcting facilities, "authentic" texts, together with a simple error message classification system, seem to be a viable solution to the problem of evaluation. This will allow the evaluator to arrive at a meaningful statement concerning the usefulness of the tool.

5. References

FITIKIDES, T.J. (1963): *Common Mistakes in English*, Harlow, Longman.

GUIDA, G. & G. MAURI (1986): "Evaluation of natural language processing systems: Issues and approaches", *Proceedings of the IEEE*, 74 (2), 1026-1035.

LEECH, G. (1986): "Automatic grammatical analysis and its educational applications", in: LEECH, G. & C. CANDLIN (Eds.), *Computers in English Language Teaching and Research*, London, Longman.

PALMER, M. & T. FININ (1990): "Workshop on the evaluation of natural language processing systems", *Computational Linguistics*, 16 (3), 175-181.

RICHARDS, J. (Ed.) (1974): *Error Analysis: Perspectives on Second Language Acquisition*, London, Longman.

SANDERS, A. & R. SANDERS (1989): "Syntactic parsing: A survey", *Computers and the Humanities*, 23 (1), 13-30.

SINCLAIR, J. (Ed.) (1990): *Collins Cobuild English Grammar*, London, Collins.

THURMAIR, G. (1990): "Parsing for grammar and style checking", *Coling 90*, Helsinki, 365-370.

TSCHICHOLD, C. (1991): *The evaluation of computer-assisted writing tools for non-native speakers of English*, Lizentiatsarbeit, Universität Basel.

Les erreurs d'utilisation des temps anglais par les francophones : ébauche d'un vérificateur Prolog *

Corinne Tschumi

Résumé

Cette étude porte sur l'analyse contrastive de l'utilisation des temps des verbes en anglais et en français. En particulier, les problèmes des francophones sont examinés. La formalisation en Prolog d'un certain nombre de cas difficiles s'inscrit dans l'optique d'un programme de correction pour les francophones écrivant en anglais. Le but du programme est de recevoir des phrases en anglais contenant ou non des erreurs possibles de la part de francophones au niveau de l'utilisation des temps, et d'être alors capable de reconnaître ces phrases, d'identifier l'erreur et de proposer une correction, éventuellement après interaction avec l'utilisateur.

1. Introduction

Ce travail concerne le problème de l'utilisation des temps anglais par les francophones. Dans une première partie, plus théorique, j'aborde ce domaine en commençant par une analyse contrastive de l'utilisation des temps en anglais et en français. Les problèmes typiques d'utilisation des temps anglais par les francophones sont ensuite examinés de manière plus détaillée.

La deuxième partie, plus pratique, présente la création d'un petit programme dans le but (a) de contrôler des phrases anglaises, en portant une attention toute particulière à l'utilisation des temps, et (b) de proposer, le cas échéant, une nouvelle forme verbale plus appropriée au contexte de la phrase. Cette seconde partie présente la sélection des erreurs que j'ai choisi de traiter et de formaliser en Prolog. Sont également présentés les objectifs et les limites du programme, son architecture et son fonctionnement, ainsi que quelques améliorations ultérieures possibles.

---

* Ce travail a fait l'objet d'un mémoire pour l'obtention du Certificat de 3e cycle en linguistique informatique, Université de Genève, Juin 1991. Directeur de mémoire : Eric Wehrli.

2. Le problème des temps anglais

L'analyse contrastive générale entre l'anglais et le français, ainsi que les nombreuses théories et approches de la traduction soulignent, derrière les similitudes, les nombreuses différences entre ces deux systèmes linguistiques, que ce soit au niveau phonologique, lexical, morphologique, syntaxique ou sémantique, sans parler de la pragmatique. Dans le cadre de ce travail, je me suis intéressée tout particulièrement à la question de l'utilisation des temps des verbes anglais par les francophones, en me limitant aux temps de l'indicatif.

Une simple énumération des temps de l'indicatif à disposition dans chacune des deux langues révèle déjà qu'il ne peut y avoir une correspondance "un à un". Voici les temps de l'indicatif en anglais :

- PRESENT SIMPLE
  he works
- PRESENT CONTINU
  he is working

- PRETERIT SIMPLE
  he worked
- PRETERIT CONTINU
  he was working

- FUTUR SIMPLE
  he will work
- FUTUR CONTINU
  he will be working

- "PRESENT PERFECT" SIMPLE
  he has worked
- "PRESENT PERFECT" CONTINU
  he has been working

- PLUS-QUE-PARFAIT SIMPLE
  he had worked
- PLUS-QUE-PARFAIT CONTINU
  he had been working

- FUTUR ANTERIEUR SIMPLE
  he will have worked
- FUTUR ANTERIEUR CONTINU
  he will have been working

Comparons-la à la liste des temps de l'indicatif du français :

- PRESENT
  il travaille
- IMPARFAIT
  il travaillait
- PASSE SIMPLE
  il travailla
- FUTUR
  il travaillera

- PASSE COMPOSE
  il a travaillé
- PLUS-QUE-PARFAIT
  il avait travaillé
- PASSE ANTERIEUR
  il eut travaillé
- FUTUR ANTERIEUR
  il aura travaillé

Le classement de ces temps grammaticaux en trois grandes sections - temps du "présent", temps du "passé" et temps du "futur" - permet également de mettre en évidence ces différences :

	Anglais	Français
"présent"	PRESENT SIMPLE/CONTINU ("PRESENT PERFECT" SIMPLE/CONTINU)	PRESENT
"passé"	PRETERIT SIMPLE/CONTINU PLUS-QUE-PARFAIT SIMPLE/CONTINU ("PRESENT PERFECT" SIMPLE/CONTINU)	PASSE COMPOSE IMPARFAIT PASSE SIMPLE PLUS-QUE-PARFAIT PASSE ANTERIEUR
"futur"	(PRESENT CONTINU) FUTUR SIMPLE/CONTINU FUTUR ANTERIEUR SIMPLE/CONTINU	(PRESENT) FUTUR FUTUR ANTERIEUR

Les différences principales entre les deux systèmes temporels sont donc les suivantes :

- Pour douze temps anglais, on en trouve huit en français.

- Les temps anglais se classent en deux catégories, selon l'aspect : la forme SIMPLE et la forme CONTINUE. Ceci n'existe pas directement dans le système des temps en français, mais la nuance peut souvent être rendue grâce à l'utilisation d'expressions telles que : "être en train de", "il y a ... qui" :

  Il est en train de manger une pomme. (He is eating an apple.)

  Il y a un chat qui traverse la rue. (A cat is crossing the road.)

- Les temps du "futur" correspondent assez bien d'une langue à l'autre. Il faut cependant noter que le PRESENT français correspond souvent à un PRESENT CONTINU en anglais.

- Les choses se compliquent au niveau des temps du "présent", de par la présence en anglais du "PRESENT PERFECT", qu'il est difficile de classer entre les temps du "présent" ou du "passé", ce temps étant justement une combinaison des deux!

- Quant aux temps du "passé", il existe cinq temps en français contre six en anglais, et les temps des deux langues ne sont pas en correspondance linéaire. Ce point va être illustré en détail dans la section suivante.

2.1. Illustration de la non-correspondance des temps français et anglais

Afin d'illustrer à quel point un temps est loin d'avoir un et un seul équivalent dans l'autre langue, examinons d'abord un temps français, en l'occurrence le PRESENT et ses équivalents possibles en anglais :

(1) Chaque matin je bois un verre de jus d'orange.
Every morning I **drink** a glass of orange juice.
(habitude actuelle : PRESENT SIMPLE)

(2a) Regarde, l'avion arrive!
Look, the plane**'s arriving**! (événement qui est en train de se passer au moment où l'on parle, action en cours : PRESENT CONTINU)

(2b) Il part bientôt pour l'Angleterre.
He **is leaving** for England soon.
(intention, action dans un futur proche : PRESENT CONTINU)

(3) Je travaille ici depuis six mois.
I **have been working (have worked)** here for six months.
(action commencée dans le passé et qui se poursuit encore au moment où l'on parle, généralement liée à un complément de temps introduit par "depuis" : "PRESENT PERFECT" SIMPLE ou CONTINU)

(4) Attends, je t'ouvre la porte!
Wait, **I'll open** the door for you!
(offre de faire quelque chose pour quelqu'un d'autre : FUTUR SIMPLE)

Considérons maintenant un temps anglais, par exemple le PRETERIT, et voyons quels peuvent être ses correspondants français :

(5) "Who is there?" he asked. But no one answered.
"Qui va là?" **demanda**-t-il. Mais personne ne **répondit**.
(temps de la narration passée, surtout écrite : PASSE SIMPLE)

(6) Your aunt arrived half an hour ago.
Ta tante **est arrivée** il y a une demi-heure.
(temps de la narration passée orale : PASSE COMPOSE)

(7) He often worked at home when he was in London.
Il **travaillait** souvent à la maison quand il **était** à Londres.
(habitude dans le passé : IMPARFAIT)

(8) I had never had any trouble with my car since I bought it.
Je n'avais jamais eu d'ennuis avec ma voiture depuis que je l'**avais achetée**. (référence à un événement passé antérieur à un autre : PLUS-QUE-PARFAIT)

2.2. Les erreurs typiques des francophones

Les erreurs typiques des francophones suivantes ont été mises en évidence :

- non-utilisation de la forme continue :

(9) * Don't disturb your father now, he **works**. [is working] [1]
(Ne dérange pas ton père maintenant, il travaille.)

- abus ou mauvaise utilisation de la forme continue :

(10) * I **am agreeing** with what you're saying. [agree]
(Je suis d'accord avec ce que vous dites.)

(11) What does your father do? * He **is working** in a hospital. [works]
(Que fait ton père? Il travaille dans un hôpital.)

- emploi du PRESENT au lieu du "PRESENT PERFECT" :

(12) * They **are** married for ten years / since 1981. [have been married]
(Ils sont mariés depuis dix ans / depuis 1981.)

(13) * This is the second time that I **travel** by plane. [have travelled][2]
(C'est la deuxième fois que je voyage en avion.)

- emploi du "PRESENT PERFECT" au lieu du PRETERIT :

(14) Look, the neighbours have bought a new car. * They **have bought** it yesterday. [bought]
(Regarde, les voisins ont acheté une nouvelle voiture. Ils l'ont achetée hier.)

- emploi du PRETERIT au lieu du "PRESENT PERFECT" :

(15) * He already **visited** Great Britain. [has already visited][2]
(Il a déjà visité la Grande-Bretagne.)

---

[1] Chaque exemple est donné avec le temps erroné correspondant à l'erreur possible du francophone (d'où l'astérisque). Le temps correct est donné entre crochets à la fin de la phrase.

[2] Les exemples (13) et (15) sont acceptables dans d'autres normes que l'anglais britannique écrit.

- emploi du PRETERIT au lieu du PLUS-QUE-PARFAIT :

(16) * He **knew** her for a month when he asked her to marry him. [had known]
(Il la connaissait depuis un mois lorsqu'il lui demanda de l'épouser.)

- emploi du PRESENT au lieu du PRETERIT :

(17) * It's about time he **marries** her! [married]
(Il est temps qu'il l'épouse!)

(18) * Charles Dickens **is born** in 1812. [was born]
(Charles Dickens est né en 1812.)

- emploi du FUTUR au lieu du PRESENT :

(19) * Give me a call when you **will be** back. [are]
(Appelle-moi quand tu seras de retour.)

A part les cas ci-dessus où le temps choisi est clairement erroné, il y a également de nombreux cas où un francophone *pourrait* s'être trompé, bien que le temps qu'il a choisi contribue tout de même à former une phrase anglaise possible. Par exemple, le locuteur francophone qui prononce la phrase suivante :

(20a) We **played** chess when they arrived,

a pu vouloir dire :

(21a) Nous jouions aux échecs quand ils sont arrivés,

auquel cas il aurait dû utiliser le PRETERIT CONTINU :

(21b) We **were playing** chess when they arrived.

Mais il peut avoir bien choisi son temps, si ce qu'il voulait dire était :

(20b) Quand ils sont arrivés, nous avons joué aux échecs.
(= nous nous sommes mis à jouer aux échecs)

2.3. Les correcteurs grammaticaux commerciaux

Des tests effectués en juin 1991 sur les correcteurs grammaticaux disponibles à l'époque pour l'anglais (*Correct Grammar*, *Grammatik* et *PC Proof*) ont révélé que sur les phrases (22) à (26), qui contiennent toutes des fautes de temps correspondant à des erreurs traitées par mon

programme (voir section 3), aucune erreur relative au temps n'était détectée : [3]

(22) * Max has seen Mary yesterday.
(23) (*) Max is often eating apples.[4]
(24) (*) Max never gave Mary a book.[4]
(25) * Max knows Mary for ten years.
(26) * Max knows Mary since 1980.

3. Le programme

3.1. Objectifs et limites

Le programme présenté ici correspond à une première ébauche de ce que pourrait être un vérificateur-correcteur de l'utilisation des temps anglais dans un texte écrit par un francophone. Dans sa version actuelle, il est limité de par la taille très réduite de son lexique et la grammaire sous-jacente très simplifiée.

Le programme fait une analyse phrase par phrase, en opérant tout d'abord une vérification globale de la syntaxe. Une phrase mal formée (syntagme mal formé, ordre des mots erroné, etc.) est rejetée à ce niveau-ci, car le programme n'arrive pas à trouver une structure syntaxique globale[5]. Par contre, si une structure syntaxique est trouvée, les vérifications concernant le temps peuvent se faire, donnant lieu le cas échéant à des messages qui soit déterminent qu'il y a erreur et suggèrent alors une correction, soit repèrent une erreur potentielle et donnent un message d'avertissement.

Le niveau de connaissance d'anglais supposé de l'utilisateur francophone potentiel est de quelques années d'étude d'anglais. Ceci est

---

[3] *Bilingual Winproof*, sorti depuis lors sur le marché, repère quant à lui des erreurs au niveau de l'emploi des temps dans les phrases (22), (25) et (26).

[4] Les phrases (23) et (24) correspondent à des erreurs potentielles : elles peuvent être erronées selon ce que l'utilisateur a voulu dire (voir 3.3.6 et la note 13, page 219).

[5] Le rejet pur et simple des phrases agrammaticales serait inacceptable dans le cadre d'un véritable correcteur de texte. Un programme efficace et fonctionnel devrait être capable de faire une analyse beaucoup plus subtile, en reconnaissant des constructions erronées à tous les niveaux, et en proposant à chaque fois une ou des corrections. Ceci n'est cependant pas mon but ici, puisque je me limite à donner des propositions de correction uniquement en ce qui concerne l'utilisation des temps dans la phrase.

important pour déterminer le type de fautes à corriger, et également le genre de messages à afficher.[6]

L'objectif que je me suis fixé est donc le repérage (et la correction) de certains cas typiques d'utilisation erronée des temps anglais par un francophone. Le type d'analyseur choisi permet l'analyse d'une phrase à la fois. En ce qui concerne les temps, ceci me limite à devoir vérifier le temps à l'intérieur d'une seule phrase, et élimine donc les (nombreux) cas où une erreur de temps ne peut être détectée qu'en fonction des phrases environnantes. Voici un exemple de ce type, que je ne peux traiter :

(27) "What are you doing?" * "I **eat** an apple."

D'autre part, mon analyseur, avant tout syntaxique, ne touche la sémantique que par la présence de quelques traits sémantiques sur les adverbes, les noms pouvant faire partie d'un complément de temps, etc. Cette absence d'analyse sémantique élimine à nouveau toute une série de cas, tels que :

(28) * He **walked** to school when he met her. [was walking]

L'analyse des temps ne peut donc se faire que dans des phrases où un élément de la phrase permet de déterminer le temps. J'ai choisi de me concentrer sur les éléments suivants :

- les syntagmes adverbiaux temporels :
  - de temps passé révolu : *last week, in 1980...*
  - date (pas forcément passée) : *at Christmas...*
  - durée : *for two years, since last Monday...*
- les adverbes
  - de fréquence : *often, never, always...*
  - de temps passé révolu : *yesterday...*

---

[6] Certains linguistes affirment que les règles traditionnelles sont imparfaites, montrant avec force exemples que l'usage est nettement plus complexe. Pierre Cotte (1987) cite ainsi plusieurs exemples qui contredisent la règle selon laquelle on n'utilise pas un "PRESENT PERFECT" avec un complément de temps passé révolu tel que 'yesterday', mais plutôt un PRETERIT. Malgré tout, ces cas restent des exceptions à l'usage général, et pour ma part je me suis basée sur les règles traditionnellement enseignées dans les écoles.

3.2. Fonctionnement du programme

Le programme, écrit en Prolog, utilise un analyseur descendant basé sur le formalisme DCG (Definite Clause Grammar, ou Grammaire de Clause Définie). La technique utilisée est d'analyser des phrases en contexte nul à l'aide de règles de ré-écriture (DCG), puis de procéder à la vérification du temps du verbe.

Le programme se divise en plusieurs composantes : le lexique, la grammaire, les fiches de grammaire consultables, l'algorithme d'analyse, l'interface, les règles de vérification des temps et les messages.

3.2.1. Le lexique

Le lexique, limité pour cette petite application, présente les mots sous forme de listes Prolog, qui sont transformées automatiquement en clauses de HORN par l'interpréteur Prolog, afin d'être compatibles avec les règles de grammaire DCG. Ainsi, une entrée lexicale telle que (29a) devient la clause de HORN (29b) :

(29a) pronom(pronom(he), accord(3,masc,sg), cas(suj), []) --> [he].
(29b) pronom(pronom(he), accord(3,masc,sg), cas(suj), [], [he|Q], Q).

Les mots du lexique contiennent des informations morphologiques, syntaxiques et sémantiques, selon les entrées. Voici quelques exemples :

```
art(art_indef(a), accord(_,_,sg), infos(cons)) --> [a].
adj(adj(last), accord(_,_,_), infos(cons), [temps, date_passe_revolu]) --> [last].
pronom(pronom(him), accord(3,masc,sg), cas(obj), []) --> [him].
nom(nom(hour), accord(_,neut,sg), infos(voy), [temps,duree]) --> [hour].
prep(prep(since), [temps, starting_point]) --> [since].
adv(adv(yesterday), pos([ini,fin]), [temps, date_passe_revolu]) --> [yesterday].
verbe(verbe(eats), accord(3,_,sg), infos(eat, pres(simple), transdir)) --> [eats].
aux(aux(has), accord(3,_,sg), infos(have, pres(simple), _)) --> [has].
```

3.2.2. La grammaire

La grammaire se présente sous la forme de règles de ré-écriture DCG, accompagnées de certains tests. Une seule règle définit la phrase complète, qui doit être reconnue pour être acceptée. La phrase est composée, dans l'ordre, d'un syntagme adverbial temporel optionnel, d'un syntagme nominal (SN), d'un syntagme verbal (SV), et d'un autre syntagme adverbial temporel optionnel.

Le SN est défini par sept règles, selon sa composition : pronom, nom propre, article + nom, article + adjectif + nom, adjectif cardinal + adjectif optionnel + nom, adjectif possessif + adjectif optionnel + nom, ou adjectif optionnel + nom au pluriel sans article.

Le SV est défini par six règles, selon que le verbe est intransitif, transitif direct (suivi d'un SN), bitransitif (suivi de deux SN ou d'un SN et d'un SP), "attribut" (suivi d'un SN ou d'un adjectif). Le groupe verbal est défini par douze règles, qui permettent d'identifier les différents temps de l'indicatif.

Les syntagmes adverbiaux temporels sont définis par six règles, selon leur construction :

- un adverbe seul (*yesterday*),
- une préposition et un SN temporel (*in two days*),
- un SN temporel suivi de la préposition AGO (*one year ago*),
- un adjectif temporel suivi d'un nom singulier (*last week*),
- un adjectif temporel suivi d'un "nom propre" temporel (*last Tuesday*),
- SINCE suivi d'un syntagme adverbial temporel (*since yesterday*).

3.2.3. Les fiches de grammaire consultables

Le programme comprend une série de fiches de grammaire consultables par l'utilisateur :

(a) Liste des temps de l'indicatif en anglais
(b) Les formes verbales de l'indicatif
(c) Les verbes irréguliers
(d) Comment traduire un présent français
(e) Comment traduire un imparfait français
(f) Comment traduire un passé composé français
(g) La traduction de DEPUIS et DEPUIS QUE
(h) La traduction de PENDANT
(i) Les temps avec FOR
(j) Les temps avec SINCE
(k) Les temps avec ALWAYS
(l) Les temps avec les adverbes de fréquence

Lorsqu'un problème est détecté par le vérificateur, celui-ci propose une correction en faisant généralement référence à une fiche de grammaire. L'utilisateur peut ainsi avoir accès à une description plus détaillée du problème grammatical en question.

3.2.4. L'algorithme d'analyse et l'interface

L'interface avec l'utilisateur a été rendu le plus convivial possible grâce à une approche par menus. Le menu principal offre les possibilités suivantes :

(1) analyser une phrase
(2) afficher la structure syntaxique de la dernière analyse
(3) consulter les fiches de grammaire
(4) terminer

L'analyse d'une phrase peut mener à la réussite de l'analyse (aucune erreur détectée), à l'échec de l'analyse (phrase ne correspondant pas à la grammaire du programme) ou à une détection d'erreur (sûre ou potentielle). Après avoir fait analyser une phrase, l'utilisateur peut demander à en voir la structure syntaxique grâce à l'option (2) du menu principal. Si plusieurs analyses sont possibles, elles sont toutes affichées à l'écran. La troisième option du menu principal appelle un sous-menu qui affiche la liste des fiches de grammaire disponibles, permet à l'utilisateur d'en choisir une et affiche cette dernière à l'écran. La dernière option permet de sortir du programme.

3.3. Sélection des erreurs traitées pour la vérification des temps

Dans le but d'une détection d'erreur, les cas suivants ont été retenus :[7]

1) un syntagme adverbial de temps passé révolu avec un temps autre que le PRETERIT,
2) un syntagme adverbial indiquant une date avec un "PRESENT PERFECT",
3) un syntagme temporel introduit par SINCE avec un PRESENT, un PRETERIT ou un FUTUR,
4) un syntagme temporel introduit par FOR avec un temps incorrect,[8]
5) l'adverbe ALWAYS utilisé avec un temps continu,
6) un adverbe de fréquence (autre que ALWAYS) utilisé avec un temps continu[9], ou avec un PRETERIT SIMPLE.

---

[7] Les cas 1) à 4) correspondent à de véritables erreurs, alors que 5) et 6) repèrent des erreurs potentielles.

[8] Pour plus de détails, voir point 3.3.4 ci-dessous.

[9] L'adverbe ALWAYS est traité séparément car il accepte la forme continue pour une signification bien précise, différente des autres adverbes de fréquence (voir 3.3.5).

Le tableau ci-dessous représente les compatibilités entre les temps et les divers compléments de temps :

1: syntagme adverbial temporel passé révolu : *in 1920,...*
2: syntagme adverbial indiquant une date : *on Monday,...*
3: syntagme adverbial introduit par SINCE
4a: syntagme adverbial introduit par FOR = depuis
4b: syntagme adverbial introduit par FOR = pendant
5: adverbe ALWAYS
6: adverbes de fréquence : *often, never,...*

	1	2	3	4a	4b	5	6
présent simple	x	o	x	x	o	o	o
présent continu	x	o	x	x	x	(o)	(o)
pres.perf. simple	x	x	o	o	(o)	o	o
pres.perf. continu	x	x	o	o	x	(o)	(o)
prétérit simple	o	o	x	x	o	o	(o)
prétérit continu	o	o	x	x	x	(o)	(o)
plus-q-parf. simple	x	o	o	o	o	o	o
plus-q-parf. continu	x	o	o	o	o	(o)	(o)
futur simple	x	o	x	x	o	o	o
futur continu	x	o	x	x	o	(o)	(o)
futur ant. simple	x	o	o	o	o	o	o
futur ant. continu	x	o	o	o	o	(o)	(o)

Codes : o combinaison possible
(o) combinaison plus rare, d'où risque d'erreur
x incompatibilité

3.3.1. Les syntagmes adverbiaux de temps passé révolu

J'ai considéré quatre types de syntagmes adverbiaux de temps passé révolu :

- adverbe : *yesterday, then*
- *last* + nom : *last night, last Easter,...*
- SN + *ago* : *two years ago,...*
- *in* + date : *in 1291, in 1980... (-> 1993* [10]*)*

La combinaison d'un de ces compléments avec un verbe à un temps autre que le PRETERIT déclenche une des règles de vérification des temps. Un message d'erreur indique alors qu'avec un tel complément de

[10] Cette date limite devant être réadaptée chaque année.

temps, on utilise généralement un PRETERIT, et la forme correspondante du verbe est proposée.

3.3.2. Les syntagmes adverbiaux indiquant une date

Les syntagmes adverbiaux indiquant une date (pas forcément passée, et c'est là la différence avec 3.3.1), sont de trois types dans le programme :

- *in* + nom :	*in January, in March,...*
- *at* + nom ou SN :	*at Easter, at two o'clock,...*
- *on* + nom :	*on Monday, on Tuesday,...*

Dans ce cas, une autre règle examine si le verbe est au "PRESENT PERFECT". Si c'est le cas, la forme du PRETERIT est proposée.

3.3.3. Les syntagmes temporels introduits par SINCE

La préposition SINCE peut être suivie d'un SN (*since one o'clock, since February, since 1965*), d'un adverbe (*since yesterday*) ou d'un syntagme adverbial (*since last year*). Si le temps de la phrase principale est un PRESENT ou un FUTUR, un message donne le temps correct correspondant, c'est-à-dire respectivement un "PRESENT PERFECT" et un FUTUR ANTERIEUR. S'il y a un PRETERIT, on propose à l'utilisateur de le remplacer par :

- un "PRESENT PERFECT" si le temps français correspondant est un PASSE COMPOSE :

(30) * He ate three apples since one o'clock. [has eaten]
(Il a mangé trois pommes depuis une heure.)

- un PLUS-QUE-PARFAIT si le temps français correspondant est un IMPARFAIT :

(31) * He knew her since Christmas [had known] (and at Easter he asked her to marry him). (Il la connaissait depuis Noël...)

3.3.4. Les syntagmes temporels introduits par FOR

Les syntagmes temporels introduits par FOR sont de type *for* + SN : *for two weeks, for an hour, for days,...* La présence d'un syntagme temporel introduit par FOR représente le cas le plus compliqué au niveau de la vérification du temps. En effet, FOR peut signifier soit DEPUIS, soit

PENDANT, et la liste des temps corrects n'est pas la même dans les deux cas[11]. Pour résoudre cette ambiguïté, j'ai choisi le mécanisme de **l'interaction avec l'utilisateur** pour savoir quel sens ce dernier voulait donner à FOR, ce qui permet au programme de faire l'analyse temporelle correcte. Ainsi, si l'utilisateur entre la phrase :

(32) Max is living in London for three months,

il reçoit le message suivant :

L'emploi des temps avec un complément de temps introduit par FOR est souvent différent du français. [voir fiche (i)]
Ici, voulez-vous dire DEPUIS ou PENDANT? (tapez d ou p)

S'il tape "d", il se verra proposer la forme au "PRESENT PERFECT" : *has been living .*

FOR = DEPUIS n'acceptant que des temps parfaits, les corrections suivantes sont effectuées :

- PRESENT -> PRESENT PERFECT
- PRETERIT -> PLUS-QUE-PARFAIT
- FUTUR -> FUTUR ANTERIEUR

Quant à FOR = PENDANT, les cas traités sont les suivants :

- erreurs :

- PRESENT CONTINU -> PRESENT SIMPLE
- "PRESENT PERFECT" CONTINU -> PRETERIT SIMPLE
- PRETERIT CONTINU -> PRETERIT SIMPLE

- erreur potentielle : "PRESENT PERFECT" SIMPLE :

Généralement, le "PRESENT PERFECT" SIMPLE avec FOR correspond à un PRESENT français avec DEPUIS. Pour traduire un PASSE COMPOSE français avec PENDANT, il vaut mieux utiliser le PRETERIT SIMPLE.

11 Voir le tableau des compatibilités, page 216, colonnes 4a et 4b.

3.3.5. L'adverbe ALWAYS

Comme le tableau des compatibilités l'indique, avec l'adverbe ALWAYS aucun temps ne peut être éliminé à coup sûr. Tous les temps de l'indicatif sont possibles, mais les temps à la forme continue sont plus rares et comportent des nuances spécifiques :

- irritation, jugement négatif : *He is always talking in class!*
- répétition ("tout le temps") : *It's always raining.*
- événement fréquent mais inattendu : *I'm always meeting Tom in town.*[12]

Me référant à l'objectif de départ de considérer comme utilisateur potentiel un francophone apprenant l'anglais avec quelques années d'étude derrière lui, j'ai décidé de proposer une mise en garde lorsqu'une forme continue a été utilisée avec ALWAYS.

3.3.6. Les adverbes de fréquence

Les adverbes portant le trait "fréquence" présents dans le lexique sont (*always* mis à part) : *never, occasionally, often, rarely, seldom* et *sometimes*. Ils sont repérés par les règles de vérification des temps lorsqu'ils sont utilisés avec un verbe à la forme continue ou avec un PRETERIT. Il s'agit dans les deux cas d'une erreur potentielle.[13]

3.4. Possibilités d'extension

Cette section présente diverses possibilités d'extension du programme grâce à plusieurs améliorations possibles :

---

[12] Par opposition à : *I always meet Tom in town*, qui exprime un événement habituel mais prévu, planifié.

[13] En effet, la forme continue peut être utilisée dans des cas spécifiques, par exemple lorsque l'on met l'accent sur la durée de l'action, comme dans : *When my husband comes back from work, I am often reading the newspaper*. Mais le sens le plus courant de "je fais souvent quelque chose" se traduit par un PRESENT SIMPLE. Quant au PRETERIT, il est utilisé uniquement pour faire référence à une action ou habitude passée et révolue. Si l'action ou l'habitude en question se poursuit encore au moment de l'énonciation, il faut utiliser un "PRESENT PERFECT". Comparez : *I have never eaten cucumber sandwiches (in my whole life)* et *I never ate cucumber sandwiches when I was in England*.

- ajout de certaines expressions figées qui exigent un temps spécifique différent du français, telles que :

  It's about time... (+ PRETERIT)
  It's the second time that... (+ "PRESENT PERFECT")

- vérification des temps également avec les compléments de temps futur :

  - lorsqu'un PRESENT français se rend par un PRESENT CONTINU en anglais et ne correspond pas à un PRESENT SIMPLE :

    (33) * He **comes** next Tuesday. [is coming]
    Mais : (34) The film starts in half an hour.

  - lorsqu'un PRESENT français doit se rendre par un FUTUR :

    (35) * I **send** it to you next week. [I'll send]
    (Je te l'envoie la semaine prochaine.)

  - pas de FUTUR en anglais après une conjonction de temps (*as soon as, until, when* [14]) :

    (36) * I will call you as soon as I **will have arrived**. [have arrived]
    (Je t'appellerai dès que je serai arrivé.)

- ajout des temps du conditionnel, du subjonctif et de l'impératif.

- ajout de structures syntaxiques plus complexes telles que : syntagmes nominaux complexes (contenant par exemple des SP), relatives, structures passives, phrases négatives, phrases interrogatives, complétives, etc.

Une approche différente serait de renoncer à une analyse syntaxique globale. L'analyseur se concentrerait principalement sur le repérage des formes verbales et des compléments de temps. Ceci permettrait de faire tourner le programme sur des phrases beaucoup plus complexes et éviterait le rejet de certaines phrases uniquement parce que l'analyseur ne reconnaît pas leur syntaxe.

[14] Pour autant que WHEN n'introduise pas une interrogative indirecte.

Une autre approche (incompatible avec l'approche non-globale proposée dans le paragraphe précédent!) serait d'introduire une analyse sémantique de la phrase pour permettre une analyse plus fine des temps, par exemple dans des phrases comme celles-ci :

(37) * Since **I've met** him, he's always been nice to me. [met]

L'analyse devrait en outre permettre de différencier un SINCE temporel d'un SINCE causatif, l'exemple (38) étant tout à fait correct :

(38) Since he's not here, let's start without him.

Il faudrait également gérer l'analyse de phrases contenant plusieurs compléments de temps. Pour l'instant, un tel mécanisme n'a pas été implémenté, et les vérifications du temps se font toujours dans l'ordre suivant : 1) avec l'adverbe à l'intérieur du groupe verbal, 2) avec le syntagme adverbial initial, et 3) avec le syntagme adverbial final. Or ces compléments peuvent donner lieu à des commentaires et des suggestions de temps différents, voire contradictoires. Il est donc impératif de déterminer une stratégie d'analyse dans le cas où plusieurs compléments de temps sont présents, peut-être par un système de hiérarchie ou de priorités.

Enfin, il serait envisageable de paramétriser le programme selon le niveau de l'utilisateur. Ce dernier pourrait avoir le choix d'activer ou de désactiver certains types d'erreurs selon ses connaissances linguistiques. Typiquement, un utilisateur avancé ne voudrait peut-être se faire repérer que les erreurs effectives, et non pas les erreurs potentielles, s'il domine bien l'usage des temps dans ces cas-là.

4. Bibliographie

BRATKO, I. (1988): *Programmation en PROLOG pour l'intelligence artificielle*, Paris, InterEditions.

CHUQUET, H. & M. PAILLARD (1989): *Approche linguistique des problèmes de traduction*, Paris, Ophrys.

COTTE, P. (1987): "Réflexions sur l'emploi des temps du passé en français et en anglais à la lumière de deux évolutions récentes du système verbal de l'anglais", *Contrastes*, 14-15, 89-161.

FITIKIDES, T.J. (1963): *Comm. n Mistakes in English*, Harlow, Longman.

GAL, A., G. LAPALME & P. SAINT-DIZIER (1989): *Prolog pour l'analyse automatique du langage naturel*, Paris, Eyrolles.

GUILLEMIN-FLESCHER, J. (1981): *Syntaxe comparée du français et de l'anglais*, Paris, Ophrys.

NGUYEN, T.L. (1980): *L'emploi des temps en anglais moderne*, Paris, Roudil.

VINAY, J.P. & J. DARBELNET (1977): *Stylistique comparée du français et de l'anglais*, Paris, Didier.

The ARCTA Prototype: An English writing tool and grammar checker for French-speakers ◊

Corinne Tschumi, Franck Bodmer, Etienne Cornu, François Grosjean, Lysiane Grosjean, Natalie Kübler, Cornelia Tschichold[1]

Abstract

This paper presents a second language grammar checker for French native speakers who write in English. It was developed at the Language and Speech Processing Laboratory of the University of Neuchâtel (Switzerland) and includes on-line writing tools (dictionaries, grammar helps, a translation tool for set expressions, a verb conjugator, etc.) and a grammar checker that corrects morphological, lexical and syntactic errors. False friends and other potential errors are dealt with in such a way as to reduce overflagging. Particular attention has been paid to second-language errors (as opposed to the ones made by native speakers) and to user-friendliness.

1. Introduction

The research presented here corresponds to a three-year project funded by the CERS (Swiss Committee for the Encouragement of Scientific Research) in which the Language and Speech Processing Laboratory of the University of Neuchâtel developed a new second language grammar checker for French native speakers who write in English. This article gives a general overview of the whole project. More specific aspects are developed in the next three articles. In what follows, we first present the basic philosophy behind our prototype (called ARCTA, which stands for "Aide à la rédaction et à la correction de textes anglais"). Next we explain how we analyzed a corpus of English texts written by French-speakers in order to identify and classify typical second-language (L2) errors[2]. Then, we focus on the different kinds of on-line tools included in the prototype and we present a special

◊ This research was supported by a grant from the Swiss CERS/KWF (2054.2).
1 We would like to thank Jacqueline Gremaud-Brandhorst, Nicolas Lévy, Catherine Liechti, Tracy Mannon, Alain Matthey and Ann Morel who, in one way or another, contributed to this project.
2 See the article by C. Tschumi & C. Tschichold (this issue).

mechanism used for treating potential errors such as false friends. Finally, we describe how grammar checking takes place, from text segmentation through word disambiguation[3] and island syntactic pre-processing to error detection[4] and correction.

2. The philosophy behind the prototype

The aim of the ARCTA prototype is to facilitate the work of French-speakers when writing English. In developing the prototype, we have tried to keep in mind the following basic principles (although we have sometimes found we could not always apply them for technical reasons):

a) detect and correct as many errors as possible;

b) limit overflagging (false alarms) to a strict minimum;

c) concentrate on the most frequent mistakes;

d) only deal with widely accepted mistakes;

e) interact with the user when necessary (but not too often);

f) have a user-friendly interface;

g) make use of up-to-date technology;

h) use linguistic databases that can easily be updated.

Limiting overflagging (point b) is particularly important in the context of L2 texts as stopping on a non-error may mislead the user whose mother-tongue is not English. In addition to helping users write a text and proof it, we have given them the opportunity to learn more about the use of English and improve their command of the language. To do this, we have offered them various help options during the writing process and the checking phase.

---

[3] See the article by F. Bodmer (this issue).
[4] See the article by N. Kübler & E. Cornu (this issue).

3. Corpus analysis and error typology

At the onset of the project, we made up a typology of errors produced by French-speakers in English. To do this, we used our own knowledge of students' mistakes, printed lists of errors in books or articles and the errors predicted by English-French comparative linguistics (Guillemin-Flescher, 1981; Kübler, 1992; Vinay & Darbelnet, 1977). In addition, and more importantly, we analyzed a corpus of texts (some 27,000 words) taken mainly from high school and business school written exams. The corpus was carefully analyzed and corrected by three native speakers of English (who all teach ESL) and the 2,862 errors found were used to complete our typology as well as give us the frequency of each error type. The corpus not only gave us a large number of errors but it also allowed us to work on real text with all of its inherent difficulties.[5]

4. On-line writing tools

A poll conducted among potential users helped us identify the various on-line tools that they would welcome. We finally chose the following for our prototype:

a) an English monolingual dictionary,

b) two bilingual dictionaries (French-English and English-French),

c) a verb conjugator,

d) grammar helps,

e) information on difficult words,

g) a translation tool for set expressions.

The above tools have not yet been developed exhaustively but the access mechanisms together with a minimum amount of linguistic data have been included in the prototype.

---

[5] For a more detailed presentation of this aspect of our work, see the article by C. Tschumi & C. Tschichold (this issue).

216

5. Potential errors

After analyzing the errors in our typology and taking into account the current state of computational linguistics, we acknowledged, like others have done before us (Payette & Hirst, 1992; Thurmair, 1990), that some mistakes could not be detected automatically. These include false friends, confusions and other lexical difficulties where an understanding of the meaning of the sentence (or paragraph) is necessary to determine whether there is a mistake or not. The problem with most traditional grammar checkers is that they flag all occurrences of these potentially problematic words without being able to determine whether they are indeed used wrongly, thus triggering many annoying false alarms. In order to avoid this overflagging but to include these categories nevertheless, we decided to treat them separately. Thus, the user has a special "potential errors" check which lists all the potentially problematic words in the text. When he clicks on one of the items in the list, it is highlighted in the text and an information window appears which warns the user about the specific difficulties attached to that word.

6. Error detection and correction

Error detection and correction is done in several steps. First the text is segmented into sentences and lexical units. Spelling mistakes are corrected with a commercial spell-checker and then each word is looked up in a dictionary and receives a tag for each of its possible syntactic categories. (We are currently using an extract of CELEX that contains all the words in our corpus plus the most frequent words of English, totalling about 4,800 canonical entries.) The tagged text then goes through a word class disambiguator which gives each lexical unit only one syntactic category. This disambiguator is based on neural networks.[6]

In the next stage, syntactic analysis is undertaken. Since we are dealing with L2 texts that contain a large number of errors at all linguistic levels, a complete syntactic parse of the sentence is not an option. Instead, we have chosen island processing, starting with the identification of simple noun phrases with an NP parser based on stochastic methods.

---

[6] See the article by F. Bodmer (this issue).

The main phase of processing is achieved with finite state automata (Winograd, 1983). At the pre-processing level, automata group simple NPs into complex NPs, mark temporal NPs, locate the head of an NP, identify prepositional phrases such as temporal PPs and analyze verb forms for tense, mode, aspect and voice. This information is used by the next level of automata - the detection automata - which are specifically geared towards detecting erroneous sequences of words, morphological errors, problems of agreement (subject - verb, or within an NP), etc. Sometimes a single automaton cannot detect an error and we have to resort to filter automata before the actual detection automata. For instance, filter automata are used when we want to detect an error in different contexts but want to give the same correction message, or when we need to locate a correct sequence in order to eliminate it before detecting an error.[7]

Whenever there is insufficient syntactic or semantic information, the user is asked for some information, such as "Are the words X-Y the subject of the verb Z?" Depending on the answer, we proceed with the detection or move on to another problem. Despite the fact that the user interaction option is both attractive and useful, we have tried to use it sparingly as it might bother the user a bit too much.

The user is given a solution for correcting an error whenever possible but this is sometimes difficult, as we have not developed a full morphological analyzer. When error correction can take place automatically, we offer to either replace a word or several words with others, add a specific word (such as a missing article or preposition), delete one or several words, or permute two (groups of) words. When it is not possible, a message is produced stating that a particular mistake has been found and explaining, usually with an example, how the text can be corrected manually. An on-line grammar is available during the correction process. It is important to note that users remain in charge of their text at all times. They have the choice of accepting a proposed correction or not and of editing their text at any given moment.

[7] See the article by N. Kübler & E. Cornu (this issue).

We have put a lot of emphasis on giving simple yet accurate messages. This is particularly important during the interaction phase where the question needs to be clear and precise and yet not contain grammatical jargon that is incomprehensible to a non-linguist.

The prototype runs under Windows and the interface has been developed with Visual Basic.

7. Conclusion

Our prototype is the result of a careful analysis of the errors that are made by French-speakers when they write in English, of appropriate computational techniques and of a clear assessment of what a user needs and wants while writing and subsequently proofing his or her prose. Hopefully, it will enter a commercial development stage in the near future.

8. Bibliography

GUILLEMIN-FLESCHER, J. (1981): *Syntaxe comparée du français et de l'anglais*, Paris, Ophrys.

KUBLER, N. (1992): "Verbes de transfert en français et en anglais", *Linguisticae investigationes*, 16 (1), 61-97.

PAYETTE, J. & G. HIRST (1992): "An Intelligent computer-assistant for stylistic instruction", *Computers and the Humanities*, 26, 87-120.

THURMAIR, G. (1990): "Parsing for grammar and style checking", *COLING*, 365-370.

VINAY, J.P. & J. DARBELNET (1977): *Stylistique comparée du français et de l'anglais*, Paris, Didier.

WINOGRAD, T. (1983): *Language as a Cognitive Process: Syntax*, Reading, Mass., Addison-Wesley.

Selecting English errors made by French-speakers for automatic correction [0]

Corinne Tschumi & Cornelia Tschichold

Abstract

In this article, we first present how we went about defining what we were going to treat as an error for detection and correction by a grammar checker of English for French-speakers. We then explain how we found errors--in great part through an in-depth analysis of a corpus of English texts written by French-speakers--and how we classified them in order to come up with a typology. Finally, we list the criteria that were used to select the errors that would be considered for automatic detection and correction.

1. Introduction

The work we present here is part of the ARCTA Prototype project which consists in the development of a second language grammar checker for French native speakers writing in English[1]. In this research, we deal with second language errors (L2 errors), more precisely errors in English texts written by French-speakers. These L2 errors are different from L1 errors in English (made by English native speakers) in that certain typical monolingual mistakes do not appear whereas other types of mistakes do. Since English is not the users' mother tongue, certain mistakes, which are due to pronunciation for instance, are rarely made (e.g. the confusion between "you're" and "your"). On the other hand, there are mistakes which a native speaker would not usually make, for example:

- lexical confusions: **Chess is a slow play*
(the French noun *jeu* has two meanings: *play* or *game*),

- difficult syntactic constructions: **The most he eats, the hungriest he is*

[0] This research was supported by a grant from the Swiss CERS/KWF (2054.2).

[1] For a general presentation of the project, see the article by C. Tschumi, F. Bodmer, E. Cornu, F. Grosjean, L. Grosjean, N. Kübler & C. Tschichold (this issue).

- problems of word order: **in the few last years*, etc.

At this stage of selecting errors, our work consisted of four different tasks which are developed in the sections below:

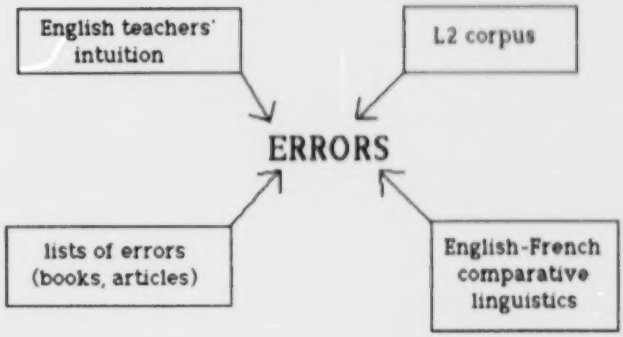
- defining what we were going to consider an error,
- finding the typical errors made by French-speakers in English,
- classifying these errors,
- selecting the errors that can be detected (and, if possible, corrected) automatically.

2. What is an error?

A linguistic error in a language is what is wrong according to a grammatical norm (e.g. **Why did she wrote this letter?*) or according to a given register (*It ain't too late* is not acceptable in a business letter, whereas it can very well be part of a dialogue in a novel). An error will usually strike a native speaker as being anomalous. This naturally led to the question of the norm we wanted to consider, since our definition of an error depended on it. First we had to choose between written and oral language. Then we had to opt for a geographical norm: British, American, or yet another. We finally chose the written American norm. The choice of a written rather than an oral language norm was easy in the context of written texts only. Since we were dealing with written L2 texts, we adopted a standard norm, excluding colloquialisms that are too informal or at times vulgar.

3. Collecting errors

Having decided on the norm we wanted to use, the question became: how do we go about finding typical errors made by French-speakers when they write in English? We identified four possible sources, as can be seen in the diagram below:



- using the intuition of teachers of English who are familiar with their students' typical mistakes,
- consulting published lists of French-speakers' mistakes,
- collecting a corpus of texts written by French-speakers and correcting them,
- trying to predict errors on the basis of English-French comparative linguistics.

There are, however, problems with these approaches. The problem of **completeness** is a question that arises with all four approaches. Appealing to the intuition of English teachers raises the question of **subjectivity**. Is the error actually an error? Could it be that, on the other hand, a sentence accepted by the teacher contains an error? The analysis of a corpus leads to other questions: **What kinds of texts** should be examined and **how many**? **What competence level in English** should be considered? Examining lists of common mistakes also raises many questions, since the precise source of the errors is often not specified. Errors mentioned in these lists might have been taken from a corpus or they might have been constructed by the authors using their own intuition or have come from yet another source. Finally, comparative linguistics itself is not an ideal solution either, because a

grammatical point that is treated differently in French and in English does not necessarily lead to an error (especially if well-drilled at school) [2].

The approach we adopted to collect errors consisted in combining the various methods described above. We started by mainly using English teachers' intuition of French-speakers' mistakes to which we added published lists of errors. This enabled us to compile a first draft of the typology. (The actual classification of the errors is dealt with in the next section.)

We then collected a corpus of texts (containing some 27,000 words) written by native speakers of French, more precisely by students who had studied English for about 4 to 6 years. In order to have a variety of texts, we used *maturité* exams from both the *gymnase* and *école de commerce* (high school level) as well as some university exams (*demi-licences*). There were four different types of texts, namely essays, answers to questions, summaries and translations.

Three ESL teachers, all English native speakers, were given the texts and asked to correct them separately. The results were used to revise and complete our typology and gave us information regarding error frequency.

4. Classifying errors

We built our typology of errors around seven main categories:

1) Errors related to the **graphical form of words**. In this category we included, among others:

a) spelling mistakes:

- interferences with French (**adress*, *marchant*),
- non-words (**buisness*, **the ferst time*), [3]

---

[2] See for instance H. Dulay & M. Burt, "Errors and strategies in child second language acquisition", *TESOL Quarterly*, 8(2), 1974.

[3] Since our corpus was originally written by hand, we do not have typing mistakes. These are usually quite frequent in typed texts.

b) morphological errors (**certains childrens*),

c) mixtures of British and American spellings (? *labour and honor*).

2-5) Errors related to different syntactic categories: **adjectives**, **adverbs**, **nouns**, **verbs**.

Within each of these four categories, we subdivided errors according to morphology, lexicon, syntactic aspects (words that often precede or follow the category in question), punctuation, agreement, tense, and so on.

6) **Combinations of words** which include phrases, collocations, dates, idioms... (**He seized the occasion*, **on the 17th June*, **Arrange them by alphabetical order*, **He never does his bed*)

7) **Utterance** errors including negations (**She came not*), reference pronouns (**If the firm calls, tell her...*), word order (**He asked me when are we leaving*), agreement (**There is people who think...*), subordinate clauses (**He was sent abroad for learning Spanish*, **This is all what is left*), prepositions (**I have been reading since two hours*), syntactic constructions (**They will come, don't they?*), etc.

5. Selecting errors for detection and correction

The selection of a specific error does not necessarily mean that the error will actually be **corrected** by the grammar checker. There are in fact two phases, or levels of processing, of an error: first, detecting the error (sometimes with the help of the user), and secondly, finding and proposing one or several corrections (again perhaps with the user). Some errors will only be covered in the first stage--leading to a warning message to the user--while others will be defined well enough to result in one or more propositions for correction.

Whatever the final treatment of the error (detection only, or detection and correction), several criteria were taken into account when selecting the errors that were to be covered. One important factor was the **frequency of the error** which we derived from the corpus analysis. An equally important factor concerned the **computational complexity** involved in error detection and correction. This of course depends on the

computational tools chosen (in our case, a system based on automata for both error detection and a local grammatical analysis[4]). Computational complexity, which comes down to computational feasibility, is bordered by not detecting an error ("miss") on the one hand and flagging a non-error ("false alarm") on the other. Other factors that we took into account were the **impact on comprehension** of the error (Does the error make the sentence almost impossible to understand or can we interpret the message despite it?) as well as the **scientific interest of the error** (How is this error covered by other grammar checkers? If they can deal with it appropriately, is it worth spending much time on it, especially if we cannot do any better?). Finally, the last factor concerned the **needs of potential users** expressed in the responses to a survey we conducted.

These factors provided us with a good basis for carefully selecting the errors we would attempt to detect and correct.

[4] See the article by N. Kübler & E. Cornu (this issue).

Using automata to detect and correct errors in the written English of French-speakers ◊

Natalie Kübler & Etienne Cornu

Abstract

This paper presents a second-language grammar checking approach based on a particular form of finite state automata. Three types of automata are used to track down an error: data extraction automata which build complex noun phrases and identify verbal groups, filter automata which look for specific contexts and detection automata which are used to find specific errors.

1. Introduction

The work we present here is part of the ARCTA Prototype project which consists in the development of a second language grammar checker for French native speakers who write in English[1]. In this article, we describe the formalism we have used to encode and detect errors.

The general subject of error detection has developed rapidly over the last few years. However, even today's best grammar checkers have severe limitations when dealing with texts written in a second language. Several questions must be answered in order to achieve the goal of detecting and correcting the errors people really make: Which errors should be dealt with? How should the linguistic data be organized? Which mechanism can be used? Tschumi & Tschichold (this issue) answer the first question and we will try to address the other two.

Organizing the linguistic data in a grammar checker represents the first important step, especially in the field of second-language error detection. The errors that native speakers of French make in English must be taken into account when structuring this information. The specific

◊ This research was supported by a grant from the Swiss CERS/KWF (2054.2).

[1] For a general presentation of the project, see the article by C. Tschumi, F. Bodmer, E. Cornu, F. Grosjean, L. Grosjean, N. Kübler & C. Tschichold (this issue).

linguistic structures concerned influence the functionalities implemented in the prototype, and, conversely, the mechanism selected to detect errors has an impact on the organization of the data.

The specific mechanism implemented in our prototype is based on a variation of finite state automata, i.e. the augmented transition networks first described by Woods (1970). They operate on two levels: on the terminal symbols, i.e. syntactic categories such as *N* (noun) or *V*(verb) that cannot be further analysed, and on two types of non-terminal symbols, noun phrases and prepositional phrases.

2. Linguistic Data

Our prototype contains a dictionary, feature lists and various automata that reflect how linguistic information has been organized. Basic data that concern syntactic category and inflectional information are stored in the dictionary. More specific information about words is either represented under the form of Boolean attributes or consists of tables containing different types of attribute-value pairs.

2.1. Error-oriented language description

Our model does not contain production rules such as *S==>NP VP* that are found in grammar checkers based on a syntactic theory such as GPSG, LFG (Cornu, 1992) and ACFG (Vosse, 1992). We have determined (see Cornu, 1992) that with today's parser technology a language description based on the structures present in ill-formed texts is better adapted to the problem.

The errors that we process can be split roughly into three subclasses: morpho-syntactic errors, single word errors, and structural errors. We will present each type below and will then focus on structural errors.

2.1.1. Morpho-syntactic errors

Morpho-syntactic errors occur in situations where grammatical rules govern the morphological aspects of the words; they are therefore based on syntactic categories. Subject-verb agreement or erroneous adjective-noun agreement in the noun phrase belong to this subclass:

1.**He*	*collect*	*money*	*for*	
Pron[3rd,sing]	V[plur]	NP	Prep	
his association				
NP				
2.**These*	*olds*	*houses*	*are*	*expensive*
Det[plur]	*Adj[*plur]*	*N[plur]*	*V*	*Adj*

In (1), the verb should have the third person singular form *collects*; in (2), since adjectives are invariable in English, the adjective *old* should not take a plural ending.

2.1.2. Single-word errors

Errors that are based on specific lexical items and that cannot be associated to word classes are considered to be single-word errors. They are generated mostly by a lack of knowledge about exceptions or idiomatic structures in English (frozen or semi-frozen structures). Function words can also be used erroneously. The confusion between *each* and *every* represents one of these errors.

2.1.3. Structural errors

These errors concern subclasses of words that show the same syntactic behavior. Basic syntactic categories such as *Verb* are split into subclasses depending on their subcategorization. Noun predicates and adjective predicates can be distributed into subclasses as well. Errors occurring with one of these words can be found with all the other items that belong to the same subclass. Prepositions following a noun, an adjective, or a verb are very often incorrect. Lists containing the correct preposition can be included in the data:

reason for; responsible for; drop in; conscious of; effect on.

However, more complex information about the syntactic structures and the positions of the predicate's arguments is needed. Report verbs and dative verbs generate errors in syntactic structures, as in:

1a. **You will ask questions to his friends*
1b. **They showed to each other...*
2a. **I explained him that I was poor myself*

2b. **They will not allow to them to come*
3a. **That permitted to become rich*
3b. **Marian gave to him a message*
4a. **They remind us (about+E) those in Japan* (*E* = empty category)
4b. **He attribute her wonderful qualities*
5a. **He told the poverty of his order*
5b. **We bought the suit to one of your competitors*

A formal description of these structures can be given in part in tables of the following form:

orientation	engl	N0	N1	N1	N0	N0	N0	N0	N0	Préposition	-ing Form	N1	N0	N0	N0	N0	N0	Quote	whether/if	wh-question	it is Vpp that S	N0
	verb	V	=: question answer	=: fact event	V that S	V that S (mod/sub)	V that S	V Num that S	V prep Num that S	-		-ing Form	V to inf	V to inf 0	V Num to inf	V prep Num to inf	V wh-to inf				is Vpp to inf
		N1					N0 V modal															
thou	accept	+	+	+	+	-	-	?	?	-			+		-	?	-	-	-	-	+	-
thou	accept	+	+	+	?	-	-	?	?	-			+		-	?	-	-	-	-	+	-
n	acknowledge		+	+	+	-	-	-	+	to											+	-
	adjure							+	-	E												
DOR	admit	-	-	+	+	-	-	-	+	to	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-
DOR	advise		-	-	-	-	+	-	-	E			-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
thou	agree				+	+		-	+	with	-	-	-	+	-	+		+			+	+
n	allege				+	-		-	+	to											+	+
DOR	announce			+	+	-	-	-	+	to			-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
	answer		+	-	+	-	-	+	-	E			-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
DOR	appear				it	-		-	+	to	-	-	+	+	-	+						-
ROD	ask		+	-	-	+	?	+	-	E	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-
DOR	assure	-	-	of +	-	-	-	+	-	E			-	-	?	-	-	+	-	-	-	-
DOR	bark		+	-	+	-	-	-	+	at			?	-	?	?+	?	+	-	-	-	-
ROD	beg		+?	-	-	-	-	?	+	from			-	-	+	-	-	+	-	-	-	-

229 BEST COPY AVAILABLE

In our system, the syntactic information contained in these tables is represented by lists and by the automata that use these lists. One of the lists dealing with report verbs has the following format:

admit	*Prep=Y*	*Prep_Gov=to*
announce	*Prep=Y*	*Prep_Gov=to*
tell	*Prep=N*	*Prep_Gov=ø*

3. Error detection

Before we describe error detection as such, we have to understand the steps that take place before the automata are executed.

3.1 Preprocessing

The basic text is tagged and disambiguated, which means that each lexical unit receives one and only one syntactic category[2]. Basic noun phrases are located by an independent mechanism. Here are some examples of basic *NP*s that must be found before the automata can be executed:

[the planet Mars]
NP

[The man] [whom] [I] saw gave [me] [those]
NP NP NP NP NP

[a house] of [crystal pillars]
NP Prep NP

Information about these groups of words can be accessed at two levels: the *NP* level and the terminal units level (syntactic categories such as *ART*, *ADJ* and *N*). For some compounds, detailed information cannot be accessed since the system uses a list of basic and very common sequences of words belonging to different syntactic categories: pronouns, prepositions, adjectives, adverbs and nouns. Here are some examples of such "frozen" expressions:

---

[2] See the article by F. Bodmer (this issue).

a lot of	PRONOUN==> tagged as a single syntactic category, without the detailed analysis *ART N PREP*
well-worn	ADJECTIVE
according to	PREPOSITION
carte blanche	NOUN
in order to	CONJUNCTION

Our automata operate on three levels. The first level is a preprocessing one and is concerned only with extracting new data from existing structures (Data Extraction Automata, DEA). The second level is optional and contains filter automata (FA). These identify sentence patterns in order to determine when to activate the third-level which contains detection automata (DA). The following diagram clarifies the organization of our automata:

Level 1	Level 2	Level 3
DEA	FA ==>	DA1
DEA		DA2

3.2. Data extraction automata

One of the tasks of first level automata consists in building complex noun phrases on the basis of simple ones that have been identified during the preprocessing stage. For the complex *NP*: *a house of crystal pillars*, two basic *NP*s have already been identified:

[a house] *of* *[crystal pillars]*
NP Prep NP

The automaton used to build the complex *NP* in such a case has the following structure:

```
AUTOMATON NP_OF_NP

(+NEWNP, ENV_CL::=NP_COMPL,NBR_NP::=$N)
($P/='of')
[CAT=V, +PREPOS_V, PREP_GOV=>$P]*1
<NP (NP_POS::=NP_1,NBR_NP=>$N)>
@[IF='of']
<NP (NP_POS::=NP_2)>
```

The anchoring - i.e. the starting point of the automaton - is set on the inflected form *of*. The system first looks to the right for an *NP*, then to the left of the preposition for another *NP* and to the left of that *NP* for a potential verb which could belong to one of the subclasses of prepositional verbs. If it finds one, the automaton then checks if the verb governs the preposition *of*. If it does, the automaton fails and nothing happens. If it does not, a complex *NP* is formed (*+NEWNP*) that inherits the *NUMBER* feature of the first basic *NP*. If the latter has other features, these are also passed on to the complex *NP* of a higher level. In this case, the first basic *NP* is taken as the head of the complex *NP*.

A slight inconvenience of this approach is that some complex *NP*s will never be detected. If the verb can either be followed by *of* or function as a transitive verb, it might be possible that the preposition really belongs to a complex *NP* and not to the verb. In that case, the system misses a complex *NP*. However, it is usually the case that if a verb that allows *of* is followed by this preposition, the preposition is attached to the verb.

The other function performed by data extraction automata consists in identifying verbal groups. These types of automata extract features such as the tense, aspect, and mode of each main verb found in the text. During this process, the automata must also determine whether verbs such as *to have* function as auxiliaries or as main verbs. The following examples illustrate this potential ambiguity:

a. *She has a lot of money in the bank* => *has* is the main verb

b. *She has deposited a lot of money in the bank* => *has* is the auxiliary of *deposited*

3.3. Filter automata

The purpose of filter automata is to check the context of a sentence. Depending on the result of a filter automaton, one or several groups of third-level detection automata may be triggered.

Filter automata function like a large net looking for specific contexts. Each filter automaton is associated with a group of detection automata that are concerned with one specific problem.

For example:

```
AUTOMATON COMPL_V_FILTER_1

@[CAT=V,+COMPL_V,+PPREP]
^[IF='that'](CAT=PRON,+WH_PRON)] (R1=>$R)
```

The success of this automaton means that a verb belonging to the list *COMPL_V* has been recognized and that either the inflected form *that* or a string from the *WH_PRON* syntactic category has been found somewhere further on in the sentence. In this case, success allows a series of error detection automata to run, all of which are related to the mistakes occurring with this type of verb.

3.4. Detection automata

There are two types of detection automata: some are triggered by specific filter automata, and the others are not. Except for this distinction, they have the same characteristics as the other automata.

As mentioned earlier, some detection automata are associated with lists containing linguistic information. These lists contain words that are already in the dictionary; this allows the system to access directly the information needed when a specific automaton concerning a lexical item included in one of these lists is running. Lists contain words that share similar semantic or syntactic features (e.g. *+HUMAN*) and may include specific syntactic properties for each item. For instance, the following list concerns dative verbs:

word1	feature1=value1	feature2=value2
& DAT_V	PREP_GOV	SHIFT
# *give*	*to*	+
# *allow*	*to*	+
# *show*	*to*	+
# *address*	*to*	-
# *attribute*	*to*	-

The automata used to check the structures of these verbs consist of one filter automaton that checks if the context contains one of these verbs, and then a series of detection automata that detect potential errors. The two filter automata below check if there is a verb that belongs to the dative verb list and whether that verb allows the "shift" transformation or not:

```
AUTOMATON DAT_V_FILTER_1

@[CAT=V,+DAT_V,+SHIFT]
(R1=>$R)
```

```
AUTOMATON DAT_V_FILTER_2

@[CAT=V,+DAT_V,-SHIFT]
(R2=>$R)
```

If the automaton *DAT_V_FILTER_1* succeeds, then a series of detection automata (*SUFLU_PREP_DATV_1* and *SUFLU_PREP_DATV_2*) are launched. In the example below, the automaton checks whether a verb allowing a shift is built with a shift structure and with a superfluous preposition (e.g. **he gave to the secretary something*). If that is the case, an error message is produced.

```
AUTOMATON SUFLU_PREP_DATV_1

@[CAT=V,  +DAT_V,  CF=>$E,   PREP_GOV=>$P]
[CAT=PREP,IF=$P]
<SN @[ +HUM]>
(
SCHEMA 3
MESSAGE   "Avec cette structure, le verbe \u$E\w se construit sans préposition;
           nous vous suggérons de supprimer la préposition \u$P\w."
)
```

The automaton matches the ill-formed sentence shown below:

**He gives to his friend a wonderful present*

The assignment of a value to the register *$P* means that the system looks for the value of the preposition for the verb in question and puts it in the register. This value is then used during the correction process.

If the automaton fails, the sentence is either correct or it contains another type of error. In that case, the next automaton, *SUFLU_PREP_DATV_2*, is activated. If it fails, then the system goes on to another series of automata.

If the first filter automaton fails but the second (*DAT_V_FILTER_2*) succeeds, the following detection automaton is activated. It checks whether a verb that doesn't allow the dative shift is shifted.

```
AUTOMATON STRUCT_DAT_V

@[CAT=V, +DAT_V,Prep_Gov=>$P, CF=>$E]
<NP @[+HUM] (FIRSTPOS=>$L,LASTPOS=>$R)>
<NP (FIRSTPOS=>$X,LASTPOS=>$Y>
```

The success of the automaton means that the following mistake has been detected:

**He attributes her friend wonderful qualities*

Another type of automaton can be used to check for the correct preposition. In the following example, the automaton checks if the preposition that is used is correct.

```
AUTOMATON CHECK_PREP

@[CAT=V, +DAT_V,Prep_Gov=>$P] <NP> [CAT=PREP,IF=>$R]
<NP> ($R/=$P)
```

Two registers are used here; with *$P*, the attribute *Prep_Gov* value is read from the verb list, and *$R* receives as a value the character string corresponding to the inflected form of the preposition. After the automaton has recognized a specific series of words, a condition is tested on one of the values. In a correct sentence, the preposition must be the same as the one that comes from the verb file. Thus, if they do not correspond (*$R* is different from *$P*), an error is detected, as in:

**He attributes wonderful qualities at his friends*

If the automaton fails, the sentence is considered correct and another automaton is tested. In this example, the series of detection automata triggered by the filter automata is quite small. In other cases (report verbs, for example), the series can be larger in order to look for every possible mistake.

4. Conclusion

It is clear that our approach is less efficient in detecting errors linked with complex grammatical structures. However, an important advantage is that the error detection rules contain enough relevant information within a single framework, such as basic syntactic structures and features specific to errors. In addition, the three execution levels allow us to organize the data in a way that the error detection automata can operate with a higher degree of confidence. This, in turn, greatly reduces the probability of false alarms.

5. Bibliography

CORNU, E. (1992): *The Importance of Linguistic Theories in Grammar Checking*, Workshop on natural language processing: first and second language correction of written texts, SGAICO, Neuchâtel.

GROSS M. (1975): *Méthodes en syntaxe*, Paris, Hermann.

KÜBLER N. (1992): "Verbes de transfert en français et en anglais", *Linguisticae Investigationes*, 16(1), 61-97.

VOSSE, T. (1992): "Detecting and correcting morpho-syntactic errors in real texts", *Proceedings of the Third Conference on Applied Natural Language Processing*, ACL, Trento.

WOODS, W.A. (1970): "Transition network grammars for natural language analysis", *CACM*, 13(10), 591-606.

DELENE: un désambiguïsateur lexical neuronal pour textes en langue seconde ◊

Franck Bodmer

Résumé

Dans cet article, nous présentons un désambiguïsateur lexical neuronal nommé DELENE que nous avons intégré dans le correcteur grammatical en langue seconde ARCTA développé au Laboratoire TLP de l'Université de Neuchâtel. DELENE est capable d'apprendre à désambiguïser plus de 98% des ambiguïtés d'un corpus L2 connu (corpus de textes anglais d'apprenants) en n'utilisant pour toute information que la syntaxe locale. En favorisant l'apprentissage de connaissances généralisables à des textes inconnus, DELENE obtient plus de 92% sur un texte de test L2. Les meilleurs résultats ont été atteints en élargissant un ensemble de 14 catégories grammaticales de base à 23. Une version *hybride* de DELENE, utilisant la morphologie en plus de la syntaxe locale, nous a permis de traiter le cas plus difficile des mots *inconnus* avec un taux d'attribution de la catégorie correcte de 88% sur le même corpus d'apprentissage L2, et de 82% sur le corpus de test.

1. Introduction

Dans cet article, nous présentons un désambiguïsateur lexical neuronal nommé DELENE que nous avons intégré dans le correcteur grammatical en langue seconde ARCTA développé au Laboratoire TLP de l'Université de Neuchâtel[1].

Etant donné que le terme d'ambiguïté lexicale est défini de façon très variée dans la littérature spécialisée, commençons par préciser que nous n'aborderons ici que le phénomène de l'homographie, c'est-à-dire des mots pouvant avoir plusieurs fonctions (ou catégories) syntaxiques.

La désambiguïsation lexicale a fait son entrée dans l'informatique linguistique dans les années soixante, quand les premiers corpus sur support informatique ont été constitués. Les premiers désambiguïsateurs

◊ Cette étude a pu être entreprise et menée à bien grâce à un subside de la CERS (no. 2054.2).

[1] Voir l'article de C. Tschumi, F. Bodmer, E. Cornu, F. Grosjean, L. Grosjean, N. Kübler & C. Tschichold (ce numéro).

ont été très coûteux en temps à réaliser et ne donnent probablement de bons résultats que sur le corpus pour lequel ils ont été créés. Les nouveaux désambiguïsateurs des années quatre-vingt sont caractérisés par des algorithmes ayant pour but de diminuer l'effort humain pour les mettre en œuvre, d'automatiser l'apprentissage, de faciliter leur adaptation à de nouveaux textes et d'abaisser le temps de calcul. Leurs performances plafonnent autour de 95% de mots correctement étiquetés (= étiquetage et désambiguïsation). DELENE est, dans cette lignée, notre contribution dans le domaine neuronal.

Depuis quelques années seulement, le traitement du langage naturel (TLN) a trouvé dans les réseaux neuronaux (RN) un champ d'expérimentation nouveau. Force est de reconnaître que si, jusqu'à présent, peu de systèmes de TLN connexionnistes ont vu le jour, par contre à peu près tous les niveaux d'analyse de la langue abordés par l'informatique linguistique classique ont fait l'objet de recherches dans les milieux connexionnistes. Voici quelques exemples classés par niveaux d'analyse et pôles d'intérêt :

niveau morphologique : étiquetage des mots : Elenius & Carlson (1989) ;

niveau syntaxique : les grammaires libres de contexte : Fanty (1986) ; théorie du gouvernement et liage : Rager & Berg (1990) ; autres analyseurs connexionnistes : Nakagawa & Tatsunori (1988), Jain (1991), Faisal & Kwasny (1990) ; désambiguïsation lexicale : Anderson & Benello (1989), Eizirik & al.(1993) ;

niveau sémantique : assignation de rôles thématiques : Miikkulainen & Dyer (1991), St. John & McClelland (1990) ; scripts : Miikkulainen & Dyer (1991) ; désambiguïsation lexicale (sémantique) : Eizirik & al. (1993) ;

problème de représentation : lexique connexionniste : Miikkulainen & Dyer (1991) ; représentation sémantique : Veronis & Ide (1990), Scholtes (1991) ; représentation de connaissances syntaxiques : Elman (1991) ; représentation en général : Van Gelder (1989), Pollack (1990), Hinton (1990), Smolensky (1990) ;

traitement séquentiel : Gasser & Dyer (1988), Elman (1989, 1991) ;

traitement symbolique : Derthick (1990), Touretzky (1990), Smolensky (1990) ;

extraction de connaissances linguistiques : Crucianu & Memmi (1992), Elman (1989).

Pourquoi avoir choisi les réseaux neuronaux pour la désambiguïsation lexicale? L'approche neuronale, à travers l'apprentissage automatique, semble permettre d'éviter la construction manuelle des règles de désambiguïsation et n'utilise en mémoire que la place pour stocker la matrice des poids. Un inconvénient réside dans le temps de calcul lors du processus de désambiguïsation ; il s'agit donc de trouver un compromis entre des performances suffisantes et un temps d'attente raisonnable. La disponibilité d'un grand corpus de textes anglais déjà étiquetés, le corpus Brown, avec plus d'un million de mots, nous a poussés vers une méthode avec apprentissage et évaluation automatique. Malgré le fait que des connaissances linguistiques diverses soient impliquées dans le phénomène de l'ambiguïté lexicale, il semble que le mécanisme de la désambiguïsation repose en grande partie sur un comportement statistique au niveau des catégories syntaxiques, ce qui, bien sûr, ouvre la porte aux méthodes neuronales.

Le contenu de cet article est le suivant : Après un rapide aperçu du phénomène de l'ambiguïté lexicale et des travaux qui ont déjà été réalisés dans ce domaine (section 2), nous expliquerons le fonctionnement de DELENE (section 3), nous présenterons les résultats obtenus (section 4) et nous terminerons par une version *hybride* de DELENE permettant d'ajouter des connaissances morphologiques pour traiter les mots inconnus (section 5).

2. La désambiguïsation lexicale

La désambiguïsation lexicale est le processus de base de tout système de TLN devant traiter des textes de façon intelligente. De ce pré-traitement dépend le succès que l'on obtiendra dans les étapes ultérieures. Le travail effectué lors du projet ARCTA a bien démontré qu'une

désambiguïsation correcte à 92% n'est pas suffisante pour la détection d'erreurs.

L'ambiguïté lexicale n'est pas un problème avec des données fixes. Selon la richesse du lexique qu'un système utilise, 'the' sera non-ambigu (Det) ou ambigu (Det et Adv). A des sens rares ou provenant d'un domaine particulier/spécialisé comme par exemple *to people* ou *to japan*, peuvent s'ajouter des problèmes de définition et de classement quand on se procure un lexique externe : *my* dans un lexique sera adjectif possessif, mais il peut être pronom dans un autre. Des problèmes de terminologie de ce genre peuvent créer des difficultés à un désambiguïsateur.

Les connaissances linguistiques nécessaires à la désambiguïsation lexicale sont très variées. Les plus utilisées sont la syntaxe locale et la fréquence des catégories d'une unité lexicale. Elles permettent de désambiguïser la majeure partie des cas. Des cas plus difficiles nécessitent l'aide de la syntaxe globale et/ou de la sémantique (ex.: *I came before [CONJ] you did*, et *I came before [PREP] you*). On peut faciliter le processus de désambiguïsation en pré-filtrant des expressions figées ou semi-figées d'une part, et en utilisant un nombre plus ou moins important de catégories syntaxiques d'autre part (de 30 à 150 dans les systèmes connus). Enfin, le style du texte, sa fonction (titre, énumération, etc.) et les compétences de la personne qui rédige sont autant de facteurs auxquels un désambiguïsateur doit pouvoir s'adapter.

Etant donné que l'ambiguïté n'est pas un phénomène isolé, mais que l'on rencontre des *séquences* de mots ambigus, les systèmes proposés abordent la désambiguïsation de trois façons différentes : soit 1) par la désambiguïsation au mot par mot, en avançant dans la phrase de gauche à droite (ou de droite à gauche), depuis un terrain "sûr" (non-ambigu ou désambiguïsé) vers un terrain ambigu (ex. TAGGIT de Greene & Rubin (1971)), soit 2) en procédant par paquet, c'est-à-dire en cherchant à désambiguïser une séquence de mots ambigus délimitée par des mots non-ambigus (ex. CGC de Klein & Simmons (1963), CLAWS de Garside & al. (1987) ; VOLSUNGA de DeRose (1988) ; la méthode stochastique de Church (1988) ; le modèle de Markov de Cutting & al.(1992)), soit 3) en commençant par attribuer une catégorie préférentielle à chaque mot et en modifiant certaines catégories par un ensemble de règles jusqu'à

obtention d'un état stable (ex. DILEMMA de Martin & al.(1988) et de Paulussen (1992) ; le système incrémental de Brill (1992)). Parmi les inconvénients majeurs de ces systèmes, il faut citer, pour la première approche, qu'ils ne peuvent s'appuyer que sur une partie du contexte, et pour la deuxième, qu'ils sont confrontés à un problème d'explosion combinatoire.

La plupart des systèmes cités sont des *taggers*, c'est-à-dire des étiqueteurs-désambiguïsateurs. Les évaluations qui sont publiées par leurs auteurs (et qui tournent généralement autour de 95%) indiquent pour cette raison le pourcentage de mots étiquetés et désambiguïsés correctement, et non, comme dans notre cas, le pourcentage de mots désambiguïsés correctement. Quant aux erreurs qui restent, il y a de fortes chances qu'elles soient dues à des difficultés d'ordre sémantique et à quelques cas de syntaxe globale et qu'elles ne puissent être surmontées pendant quelques années encore.

3. Le désambiguïsateur DELENE

Dans cette section, nous allons décrire l'approche neuronale que nous avons utilisée pour construire le désambiguïsateur DELENE et expliquer son fonctionnement. En particulier, nous nous pencherons rapidement sur les phases d'apprentissage et de reconnaissance (ici, la reconnaissance est la phase de désambiguïsation) qui sont des caractéristiques des méthodes neuronales. Une bonne introduction aux méthodes neuronales est proposée par Hertz & al. (1991).

3.1 Un perceptron multicouches pour la désambiguïsation

Parmi les différentes familles de réseaux neuronaux, nous avons choisi le perceptron multicouches (Rumelhart & al. 1986) pour effectuer la tâche de désambiguïsation. Celui-ci est composé de :

- une couche d'entrée d'unités appelées neurones (d'après le modèle biologique simplifié dont il découle) dont le nombre est déterminé de sorte que le problème soumis au réseau puisse être codé ;

- une couche de sortie qui code la réponse du réseau ;

- au moins une couche intermédiaire (dite cachée).

Chaque neurone d'une couche donnée est relié aux neurones de la couche suivante par un lien pondéré. D'autre part, son activité est une fonction de l'activité des neurones reliés à son entrée et des poids qui les relient. Pour pouvoir être utilisé sur une tâche donnée, le perceptron doit passer par une phase d'apprentissage au cours de laquelle on lui présente des échantillons (ici, des homographes en contexte). Le réseau modifie ses poids (= il apprend) sur la base de la réponse correcte qu'on lui présente (ici, la catégorie correcte de l'homographe). Si le nombre d'échantillons est suffisamment grand, le réseau parvient à généraliser ses connaissances, ce qui le rend utilisable sur des échantillons qu'il n'a pas encore vus.

3.2 Le fonctionnement de DELENE

DELENE est basé sur le modèle d'Anderson & Benello (1989), que nous avons modifié pour nos besoins. La désambiguïsation se fait sur une fenêtre de quatre mots, le mot ambigu ayant l'index i. La couche d'entrée est donc composée de quatre blocs et chaque unité à l'intérieur d'un bloc représente une catégorie syntaxique. Dans CATS(i), on active les catégories du mot ambigu, dans CAT(i-1) et CAT(i-2), la catégorie des mots (désambiguïsés) de gauche, dans CATS(i+1) la ou les catégories du mot de droite.

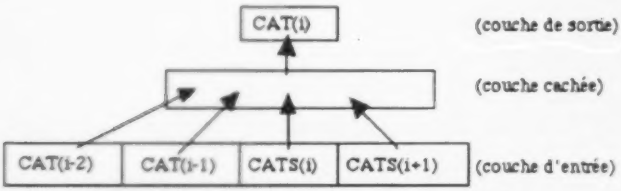


Fig. 1 : schéma de fonctionnement de DELENE

L'apprentissage a pour but d'entraîner la sortie CAT(i) à proposer la distribution probabilistique des catégories du mot i dans son contexte. En mode de désambiguïsation, on choisit dans CAT(i) la catégorie du mot i ayant la plus haute activation.

DELENE est un pur modèle de désambiguïsation lexicale. Il a l'avantage d'utiliser pleinement les possibilités d'un réseau neuronal dans

la mesure où : 1) le phénomène de l'ambiguïté (ambiguïté du mot et de son contexte) peut directement être représenté, et 2) il apprend la tâche de désambiguïsation directement à travers des exemples. L'apprentissage peut se faire automatiquement en extrayant et présentant au réseau tous les cas d'ambiguïté rencontrés dans un corpus de phrases où les catégories syntaxiques sont connues et déjà désambiguïsées.

4. Les résultats

Nous présentons maintenant les résultats obtenus sous les différents aspects qui nous ont semblé intéressants.

4.1 Premiers résultats

Comme pour les méthodes statistiques et probabilistes, les méthodes neuronales demandent de grandes quantités de textes pour donner de bons résultats. Sachant par ailleurs que diverses méthodes de désambiguïsation lexicale avaient été développées sur la base du corpus Brown (la raison étant que ce corpus d'un million de mots est annoté et désambiguïsé), nous avons commencé par faire apprendre à DELENE des extraits du Brown. Pour cette première étape, nous avons utilisé les 14 catégories du prototype ARCTA (voir section 4.3). Les résultats indiquèrent que le réseau pouvait apprendre à désambiguïser, mais qu'il restait bloqué à un seuil insuffisant. Nous avons évalué DELENE sur un fichier d'apprentissage et un fichier de test et obtenu les résultats suivants, où le pourcentage désigne le taux de mots désambiguïsés correctement :

fichier d'apprentissage Brown, 17268 cas ambigus, 14 cat.:	88.6%
fichier de test Brown, 2201 cas ambigus, 14 cat.:	86.3%

4.2 L'aspect langue seconde

Avant de songer à améliorer cette première approche, nous nous sommes posé la question de savoir comment allait s'effectuer le passage du désambiguïsateur du mode monolingue au mode bilingue. Nous avons envisagé deux solutions :

Solution 1 : adapter un DELENE monolingue au corpus L2 par un module supplémentaire. Avantage : contourner la taille restreinte du corpus L2 (27'000 mots). Inconvénient : l'adaptation au mode bilingue.

Solution 2 : apprentissage de DELENE directement sur le corpus L2. Cette solution, plus élégante que la première, est cependant basée sur deux hypothèses : a) la syntaxe particulière utilisée par les apprenants peut être apprise par le perceptron de DELENE et b) les erreurs lexicales et syntaxiques dans les textes n'interfèrent pas de façon majeure avec le processus de désambiguïsation. Avantage : apprentissage directement en mode langue seconde. Inconvénient : la taille réduite de notre corpus L2.

Avant de poursuivre l'une ou l'autre de ces solutions, nous avons fait quelques tests pour essayer de cerner les difficultés rencontrées en passant du mode monolingue au mode "langue seconde".

Test 1 : Pour nous faire une idée de la dégradation que subit DELENE en passant de textes monolingues (apprentissage) à des textes en langue seconde, nous avons évalué la première version de DELENE sur un corpus de test extrait du corpus L2 (il s'agit du corpus de test que nous allons réutiliser jusqu'à la fin de cet article) :

fichier de test L2, 1258 cas ambigus, 14 cat.:	81.2%

La dégradation obtenue, comparée aux 86.3% sur le fichier de test Brown, est d'environ 5% et apparaît bien moins importante que ce que l'on pouvait attendre. En fait, en inspectant les erreurs faites par DELENE, nous avons constaté que seul un pourcentage restreint de ces cas étaient causés par des particularités de la langue seconde.

Test 2 : Nous avons entraîné DELENE directement sur le corpus L2. Pour pouvoir comparer les résultats entre les corpus Brown et L2, nous avons pris des extraits de taille comparable. Voici les résultats :

fichier d'apprentissage Brown, 6134 cas ambigus, 14 cat.:	89.7%
fichier de test Brown, 1403 cas ambigus, 14 cat.:	85.7%
fichier d'apprentissage L2, 5976 cas ambigus, 14 cat.:	93.5%
fichier de test L2, 1258 cas ambigus, 14 cat.:	89.7%

La comparaison indique clairement qu'un DELENE bilingue donne des résultats comparables à un DELENE monolingue pour autant que l'apprentissage se fasse sur un corpus approprié. Les résultats plus élevés sur le corpus L2 peuvent même étonner. Ils sont très certainement dus

aux types de textes qui composent ce corpus ; il faut citer notamment des traductions qui ont pour effet de dupliquer certaines constructions de phrases et une variété de styles moins diversifiée chez les apprenants qui se reposent sans doute surtout sur des structures syntaxiques qu'ils connaissent.

Les résultats obtenus lors de ces deux tests nous ont finalement poussés à opter pour la solution 2 et c'est celle-ci que nous allons utiliser dans le reste de cet article.

4.3 Le nombre de catégories syntaxiques

Pour améliorer les performances de DELENE, nous avons augmenté le nombre de catégories utilisées dans le processus de désambiguïsation (voir figure 2). Voici les catégories de base, puis celles que nous avons ajoutées :

Les 14 catégories de base : Det, Adj, Adv, Nom, V, Prep, Conj, Pron, Gen (les formes du génitif, ex.: a hard day*'s* work), **Int** (l'interjection), **Num** (les numéraux), **NumO** (les terminaisons des cardinaux, ex. 10*th*), **Pct** (les signes de ponctuation), **Del** (le délimiteur de phrase) ;

Les catégories ajoutées : AdvP (adverbe postposé comme dans : to take *off*), **Be** (les formes fléchies de *to be*), **Have** (les formes fléchies de *to have*), **Mod** (les modaux), **Papa** (les participes passés des verbes restants), **DetPron** (pronoms déterminants), **PersPron** (pronoms personnels), **Wh** (pronoms *wh*), **To** (le *to*-infinitif).

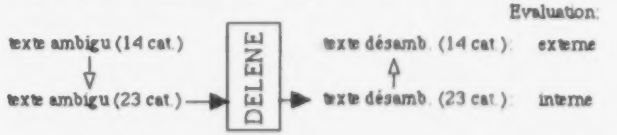


Fig. 2 : augmentation du nombre de catégories : deux types d'évaluation.

Le double but recherché lors de l'affinement des catégories est d'une part de mieux caractériser des séquences de catégories et d'ajouter des contraintes syntaxiques supplémentaires sur le contexte des homographes (ex.: Be, Have, Mod, Papa pour les formes verbales), et d'autre part de

mieux différencier les comportements parfois très variés d'une catégorie en délimitant un comportement précis par une sous-catégorie. Ainsi, la désambiguïsation d'homographes tel que Prep/Adv ou Nom/V peut mieux être apprise en les décrivant comme Prep/AdvP et Nom/Papa. Enfin, à l'aide de cet affinement, nous avons mieux maîtrisé certaines particularités de notre lexique qui parfois gênaient le processus de désambiguïsation. En introduisant, par exemple, la sous-catégorie DetPron, nous avons pu isoler les pré-determinants qui avaient été classés dans le lexique comme pronoms.

Chaque catégorie ajoutée a contribué à améliorer sensiblement les résultats, cependant que le réseau neuronal devenait de plus en plus important et tournait de plus en plus lentement sur notre Mac IIci. Le processus d'affinement pourrait donc être poursuivi, en sous-catégorisant par exemple des catégories qui posent encore des problèmes, mais nous nous sommes arrêtés à un stade où les améliorations devenaient de moins en moins perceptibles et où les résultats en apprentissage se sont très nettement approchés du seuil maximal accessible par la syntaxe locale.

Avant de présenter ces résultats, précisons que nous avons fait la distinction entre une évaluation interne (23 cat.) et externe (les 14 catégories de base), afin de pouvoir faire la comparaison avec les résultats précédents. L'évaluation interne est calculée d'après un plus grand nombre de cas ambigus (ex.: *that* n'est pas ambigu pour l'évaluation externe), dont certains sont faciles à apprendre et augmentent artificiellement les résultats.

Evaluation interne :

- fichier d'apprentissage L2, 7201 cas ambigus, 23 cat.:	96.6%
- fichier de test L2, 1599 cas ambigus, 23 cat.:	92.2%

Evaluation externe :

- fichier d'apprentissage L2, 5818 cas ambigus, 14 cat.:	96.3%
- fichier de test L2, 1238 cas ambigus, 14 cat.:	92.2%

4.4. La durée de l'apprentissage

Parmi les nombreux paramètres qui ont une influence sur le fonctionnement d'un perceptron (citons notamment l'architecture et la topologie du perceptron, différentes constantes d'apprentissage, la taille des corpus d'apprentissage et de test, l'ordre de présentation des situations à apprendre, le hasard, etc.), la durée de l'apprentissage joue un rôle important.

La fin de l'apprentissage ne peut généralement pas être déterminée par un critère précis et cela se passe plutôt intuitivement : après un certain nombre d'essais au cours desquels on a fait varier les paramètres déjà cités, on garde le réseau qui a donné le meilleur résultat. Cependant, si on laisse le perceptron apprendre jusqu'à ce qu'il donne le meilleur résultat sur le corpus d'apprentissage, nous ne pouvons garantir que la généralisation à des textes nouveaux soit optimale. En fait, si on ne l'arrête pas avant, le réseau va, dans la mesure du possible, apprendre les spécificités du fichier d'apprentissage et sa capacité à généraliser va décroître. Pour remédier à cela, nous avons évalué, tout au long de l'apprentissage, un corpus de test et nous avons gardé la version du réseau qui donnait les meilleurs résultats sur celui-ci. Ce critère laisse, bien entendu, deux questions ouvertes : quel texte de test choisir et de quelle taille?

Si on cherche à optimiser le réseau sur le corpus d'apprentissage, on peut par contre se faire une idée des performances du modèle de DELENE, c'est-à-dire de la contribution de la syntaxe locale pure au processus de désambiguïsation. Pour cela, nous avons étendu la durée de l'apprentissage au-delà du meilleur score obtenu à la section précédente :

Evaluation interne et externe :

- fichier d'apprentissage L2 :	98.7%
- fichier de test L2 :	92.0%

Les 98.7% suggèrent que le perceptron est parfaitement capable de réaliser le modèle de la syntaxe locale, car il est difficile de s'imaginer que ce modèle puisse être encore plus performant. La généralisation quant à elle n'a pas réussi à suivre le même développement et s'est quelque peu dégradée, comme on doit s'y attendre.

5. Apprentissage de connaissances morphologiques

Dans ce qui précède, nous sommes partis du fait que nous avions à traiter des mots ambigus dont les catégories sont connues de notre lexique. La réalité veut cependant que l'on soit sporadiquement confronté à des mots inconnus (soit parce que tout lexique est limité, soit parce que certains mots mal orthographiés n'ont pas pu être corrigés par un correcteur orthographique). La solution classique procède à une analyse morphologique du mot pour proposer une ou plusieurs catégories au processus de désambiguïsation. Pour notre réseau, une autre solution consisterait, par exemple, à activer toutes les catégories dans CATS(i) et à choisir parmi celles-ci la plus activée en sortie. Un test préliminaire que nous avons effectué sur cette base et sur les mêmes textes a livré des résultats entre 50% et 60%, ce qui est très nettement insuffisant.

Pour notre approche, nous avons voulu savoir si un perceptron pouvait utiliser des informations morphologiques et les combiner avec des informations syntaxiques. Pour cela, nous avons échangé le bloc CATS(i) utilisé jusqu'à présent par un bloc TERM(i) contenant la terminaison du mot d'une longueur de quatre lettres (voir figure 3 ci-dessous). Chaque lettre est codée sur quatre neurones et le codage ajusté par le réseau pendant l'apprentissage (pour plus de détails, voir Miikkulainen & Dyer (1991) ; Bodmer (1992)).

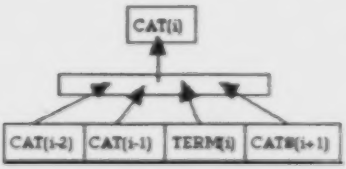


Fig. 3 : version avec bloc de terminaison

Nous nous sommes attendus à ce que le réseau parvienne à coder les données alphabétiques dans le bloc TERM et qu'il apprenne à extraire, parmi les terminaisons de longueur fixe, les séquences de lettres pouvant l'aider. Voici, sur les mêmes textes qu'auparavant, les résultats obtenus avec ce modèle :

fichier d'apprentissage L2, 7201 cas ambigus, 23 cat.:	88.6%
fichier de test L2, 1599 cas ambigus, 23 cat.:	82.7%

Ce résultat est satisfaisant surtout si l'on considère que seules quelques formes fléchies dans un nombre restreint de catégories peuvent être

reconnues à partir de leur suffixe. Pour vérifier que ce résultat n'était pas dû en majeure partie au contexte syntaxique, nous avons entraîné et testé le même réseau en maintenant TERM(i) à zéro. Les résultats obtenus sur les mêmes textes étaient nettement moins bons :

fichier d'apprentissage L2, 7201 cas ambigus, 23 cat.:	53.2%
fichier de test L2, 1599 cas ambigus, 23 cat.:	52,7%

Ces chiffres soulignent l'importance du bloc TERM(i) dans son rôle qui est de proposer des catégories syntaxiques à la place du bloc CATS(i). Nous n'avons pas la place ici pour discuter la nature des connaissances morphologiques apprises par le réseau. Le lecteur intéressé trouvera dans Elenius (1989) une étude comparable sur le suédois.

6. Conclusion

L'objectif de cet article était de présenter un désambiguïsateur lexical neuronal. Nous nous sommes principalement penchés sur les résultats suivants : le nombre de catégories à utiliser, la désambiguïsation de texte en langue seconde et l'apprentissage de connaissances morphologiques.

La première version du désambiguïsateur est un modèle neuronal utilisant uniquement la syntaxe locale sur une fenêtre de quatre mots. Nous avons pu vérifier qu'en apprenant à désambiguïser plus de 98% des cas d'ambiguïté de notre corpus L2, ce modèle rendait bien compte de l'aspect décisif de la syntaxe locale dans ce processus. Cependant, pour pouvoir utiliser notre désambiguïsateur, nous avons retenu une version qui n'était pas optimisée sur le corpus d'apprentissage, mais sur un corpus de test. Les résultats, sur le corpus d'apprentissage et de test, sont respectivement de 93.5% et 89.7% en utilisant les 14 catégories de base et de 96.3% et 92.2% en utilisant 23 catégories. Cette amélioration s'explique par le fait que la sous-catégorisation des catégories de base mène à un système où chaque catégorie tend à n'exprimer qu'un seul comportement distinct, ce qui facilite l'apprentissage du réseau. L'obtention d'un corpus de taille plus grande serait un atout majeur pour améliorer encore ces résultats.

Ensuite, nous avons constaté que notre désambiguïsateur pouvait être utilisé tout aussi bien sur des textes d'apprenants que sur des textes de

locuteurs natifs, pour autant que l'apprentissage se fasse sur des textes correspondants. La syntaxe particulière de ce corpus et les nombreuses erreurs lexicales et syntaxiques n'ont pas interféré de façon significative avec le processus de désambiguïsation.

Enfin, nous avons créé une version *hybride* de notre désambiguïsateur en remplaçant l'information catégorielle du mot ambigu par sa terminaison. Les résultats ainsi obtenus, soit 88,6% et 82.7%, soulignent qu'en grande partie, le réseau peut apprendre à extraire de la terminaison d'un mot l'information reliée à ses catégories syntaxiques et à mélanger cette information avec les connaissances d'un autre niveau.

7. Bibliographie

BENELLO, J., A.W. MACKIE & J.A. ANDERSON (1989): "Syntactic category disambiguation with neural networks", *Computer Speech and Language*, 3, 203-217.

BODMER, F. (1992): *DELENE, un désambiguïsateur lexical neuronal pour micro-ordinateur*, Mémoire pour l'obtention du diplôme postgrade en informatique technique, Lausanne, EPFL.

BRILL, E. (1992): "A simple rule-based part of speech tagger", *Proceedings of the 3rd Conference on Applied NLP (ACL)*, Trento, 152-155.

CHURCH, K.W. (1988): "A stochastic parts program and noun phrase parser of unrestricted text", *Proceedings of the 2nd ANLP Conference*.

CRUCIANU, M. & D. MEMMI (1992): "Extracting the implicit structure in a connectionist network", *NeuroNîmes 1992*, 491-502.

CUTTING, D., J. KUPIEC, J. PEDERSEN & P. SIBUN (1992): "A practical part-of-speech tagger", *Proceedings of 3rd Conference on Applied NLP*, Trento, 133-140.

DEROSE, S.J. (1988): "Grammatical category disambiguation by statistical optimization", *American Journal of Computational Linguistics*, 14 (1), 31-39.

DERTHICK, M. (1990): "Mundane reasoning by settling on a plausible model", in: HINTON, G. (Ed.), *Connectionist Symbol Processing*, MIT/Elsevier.

EIZIRIK, M.R., V.C. BARBOSA & S.B.T. MENDES (1993): "A Bayesian-network approach to lexical disambiguation", *Cognitive Science*, 17.

ELENIUS, K. & R. CARLSON (1989): "Assigning parts-of-speech to words from their orthography using a connectionist model", *Proceedings of the European Conference on Speech Communication and Technology*, 1, 534-537.

ELMAN, J.L. (1991): "Distributed representations, simple recurrent networks, and grammatical structure", *Machine Learning*, 7, Boston, Kluwer Academic Publishers.

ELMAN, J.L. (1989): "Finding structure in time", *Cognitive Science*, 14, 179-211.

ELMAN, J.L. (1989): "Representation and structure in connectionist models", *CRL Technical Report 8903*, Center for Research in Language, University of California, San Diego.

FAISAL, K.A. & S.C. KWASNY (1990): "Design of a hybrid deterministic parser", *COLING*, 11-16.

FANTY, M. (1986): "Context-free parsing with connectionist networks", in: DENKER, J.S., *AIP Conference Proceedings N° 151*, New York, American Institute of Physics.

GARSIDE, R., G. LEECH & G. SAMPSON (Eds.) (1987): *The Computational Analysis of English: A Corpus Base Approach*, London, Longman.

GASSER, M. & M.G. DYER (1988): "Sequencing in a connectionist model of language processing", *COLING*, 185-190.

GREENE, B.B. & G.R. RUBIN (1971): "Automatic grammatical tagging of English", Unpublished manuscript, Providence, Rhode Island, Department of Linguistics, Brown University.

HERTZ, J., A. KROGH & R.G. PALMER (1991): *Introduction to the Theory of Neural Computation*, Redwood, Addison-Wesley.

HINTON, G. (1990): "Mapping part-whole hierarchies into connectionist networks", in: HINTON, G. (Ed.) *Connectionist Symbol Processing*, Amsterdam, MIT/Elsevier.

JAIN, A.N. (1991): "Parsing complex sentences with structured connectionist networks", *Neural Computation*, 3 (1), 110-120.

KLEIN, S. & R.F. SIMMONS (1963): "A computational approach to grammatical coding of English words", *Journal of the Association for Computing Machinery*, 10.

MARTIN, W., R. HEYMANS & F. PLATTEAU (1988): "DILEMMA, an automatic lemmatizer", in: MARTIN, W. (Ed.) *COLINGUA 1, Antwerp Papers in Linguistics*,56, Antwerp, 5-62.

MIIKKULAINEN, R. & M.G. DYER (1991): "Natural language processing with modular PDP networks and distributed lexicon", *Cognitive Science*, 15, 343-399.

NAKAGAWA, H. & M. TATSUNORI (1988): "A parser based on connectionnist model", *COLING*, 454-458.

PAULUSSEN, H. (1992): *Automatic Grammatical Tagging: Description, Comparison and Proposal for Augmentation*, Licentiaat in de Linguïstiek door, Universiteit Antwerpen.

POLLACK, J.B. (1990): "Recursive distributed representation", in: HINTON, G. (Ed.), *Connectionist Symbol Processing*, Amsterdam, MIT/Elsevier.

RAGER, J. & G. BERG (1990): "A connectionist model of motion and government in Chomsky's government-binding theory", *Connection Science*, 2.

RUMELHART, D.E., G.E. HINTON & R.J. WILLIAMS (1986): "Learning representations by back-propagation errors", *Nature*, 323.

SCHOLTES, J. (1991): "Learning simple semantics by self-organisation", in: POWERS, D. & L. REEKER (Eds.), *Machine Learning of Natural Language and Ontology*, Deutsches Forschungs-zentrum für KI.

SMOLENSKY, P. (1990): "Tensor product variable binding and the representation of symbolic structures in connectionist systems", in: HINTON, G. (Ed.), *Connectionist Symbol Processing*, Amsterdam, MIT/Elsevier.

ST.JOHN, M.F. & J.L. McCLELLAND (1990): "Learning and applying contextual constraints in sentence comprehension", in: HINTON, G. (Ed.), *Connectionist Symbol Processing*, Amsterdam, MIT/Elsevier.

TOURETZKY, D.S. (1990): "BoltzCONS: dynamic symbol structures in a connectionist network", in: HINTON, G. (Ed.), *Connectionist Symbol Processing*, Amsterdam, MIT/Elsevier.

VAN GELDER, T. (1989): *Distributed Representation.*, Unpublished doctoral dissertation, Departement of Philosophy, University of Pittsburgh.

VERONIS, J. & N.M. IDE (1990): "Word sense disambiguation with very large neural networks extracted from machine readable dictionaries", *COLING*, 389-394.

IV. Résumés des autres publications du laboratoire

Les articles et chapitres rédigés par les membres du laboratoire depuis son début et déjà publiés ou à paraître sont présentés ci-dessous. Nous indiquons la référence et proposons un court résumé de chaque publication.

BÜRKI-COHEN, J., F. GROSJEAN & J. MILLER (1989): "Base language effects on word identification in bilingual speech: Evidence from categorical perception experiments", *Language and Speech*, 32(4), 355-371.

The categorical perception paradigm was used to investigate whether French-English bilinguals categorize a code-switched word as French or English on the basis of its acoustic-phonetic information alone or whether they are influenced by the base-language context in which the word occurs, that is, by the language in which the majority of words are spoken. Subjects identified stimuli from computer-edited series that ranged from an English to a French word as either the English or the French endpoint. The stimuli were preceded by either an English or a French context sentence. In accord with previous studies (Grosjean, 1988), it was found that the base language had a contrastive effect on the perception of a code-switched word when the endpoints of the between-language series were phonetically marked as English and French, respectively. When the endpoints of the series were phonetically unmarked and thus compatible with either language, however, no effect of the base language was found. The current results provide confirming evidence that the perception of a code-switched word is influenced by the base-language context in which it occurs and, moreover, that the nature of the effect depends on the acoustic-phonetic characteristics of the code-switched word.

GROSJEAN, F. (1987): "Vers une psycholinguistique du parler bilingue", in: LÜDI, G. (Ed.), *Devenir bilingue - Parler bilingue*, Tübingen, Niemeyer.

Dans la première partie de ce chapitre, nous évoquons quelques idées ou principes de base qui sous-tendent notre travail sur le bilinguisme : compétence linguistique et communicative du bilingue, situations de communication, flux et reflux des langues, etc. Dans la deuxième partie, nous décrivons quelques études expérimentales qui visent à une meilleure compréhension de la production et de la perception du parler bilingue : étude spectrographique d'énoncés bilingues, expérience de perception d'emprunts et de code-switchs, etc. Nous terminons en soulignant un certain nombre de prérequis à la recherche sur le bilinguisme : besoin d'une théorie du bilinguisme qui soit en partie indépendante de celle du monolinguisme, nécessité de distinguer clairement les différentes situations de communication dans lesquelles se trouve le bilingue, et obligation de faire une psycholinguistique du parler bilingue qui puisse compléter et enrichir une linguistique générale du bilinguisme.

GROSJEAN, F. (1987): "Lorsque HECTOR rencontre un psycholinguiste expérimentaliste..... que se disent-ils ?", in: JEANNERET, R. (Ed.), *Les téléthèses de communication : l'apport des sciences du langage à "Hector"*, numéro spécial des *TRANEL* (Travaux Neuchâtelois de Linguistique), 12, 13-28.

Cet article comporte deux parties. Dans la première, l'auteur - un psycholinguiste expérimentaliste - présente quelques réflexions à propos d'HECTOR et aborde les domaines suivants : la répartition des tâches entre la téléthèse et l'utilisateur, le traitement en temps réel, et les aspects ergonomiques du système. Dans la deuxième partie, consacrée au synthétiseur d'HECTOR, des données issues d'une étude d'intelligibilité sont présentées et discutées. Il ressort de cet article que l'amélioration des téléthèses de communication, et d'HECTOR en particulier, nécessite un travail pluridisciplinaire auquel sont appelés à participer microtechniciens et informaticiens, linguistes et psycholinguistes, orthophonistes et éducateurs, et, avant tout, les usagers eux-mêmes.

GROSJEAN, F. (1988): "Exploring the recognition of guest words in bilingual speech", *Language and Cognitive Processes*, 3(3), 233-274.

Bilinguals, that is those who use two languages in their everyday lives, move in and out of various speech modes when speaking to different interlocutors. When conversing with monolinguals, they speak one language and reduce the activation level of the other language, but when conversing with other bilinguals they choose a base language of interaction and often bring in the other language by either code-switching or borrowing. The aim of the present study is to explore how "guest words" (code-switches and borrowings) are processed by bilingual listeners when interacting with other bilibguals. Different types of English words (varying in phonotactic configuration and lexicon membership) were embedded in French sentences and were produced either as code-switches or borrowings. The gating paradigm (Grosjean, 1980) was used to present these words to French-English bilingual listeners so as to determine the role played by word type and language phonetics in the lexical access of guest words, as well as to uncover the underlying operations involved in the recognition process. Results showed that the phonotactics of a guest word, the presence or absence of a base language homophone, the language phonetics of the word, as well as the language that precedes the word, all play a role in the recognition process. An interactive activation view of bilingual word recognition is proposed to account for the results found in the study.

GROSJEAN, F. (1989): "La psycholinguistique expérimentale : une science au carrefour de plusieurs disciplines", *TRANEL* (Travaux Neuchâtelois de Linguistique), 15, 113-128. Egalement dans *Annales de l'Université de Neuchâtel*, 1990, 238-252 et dans *Rassegna italiana di linguistica applicata*, 1992, 24(2), 1-16.

La psycholinguistique se fixe comme objectif l'étude du traitement du langage chez l'être humain, c'est-à-dire, la perception et la compréhenison, la production et la mémorisation des différentes manifestations du langage : langage écrit, parole, communication en langue des signes. La psycholinguistique cherche à comprendre, à décrire et à modéliser les opérations et les stratégies, à la fois linguistiques et cognitives, qui sont impliquées dans l'encodage et le décodage du langage, et cela à tous les niveaux du traitement. L'article comporte les sections suivantes : définition de la psycholinguistique ; la démarche de la psycholinguistique expérimentale ; les modèles en psycholinguistique ; la psycholinguistique du bilinguisme ; la psycholinguistique de la langue des signes ; les défis futurs de la psycholinguistique.

GROSJEAN, F. (1989): "Quelques réflexions sur le biculturalisme", *Paroles d'or : Revue de l'association romande des logopédistes diplômés*, 4, 3-6.

Tout individu appartient à une série de réseaux culturels qui se chevauchent plus ou moins et qui se regroupent en réseaux plus étendus qui eux-mêmes se regroupent en réseaux encore plus étendus. L'individu est donc en quelque sorte "multiculturel". Dans cet article, nous évoquons la personne biculturelle et suggérons qu'elle se caractérise par trois traits distinctifs : elle participe à la vie de deux cultures, elle sait adapter son comportement, ses attitudes et son langage à un environnement culturel donné, et elle combine et synthétise les traits de chacune des deux cultures. Nous abordons ensuite le dilemme d'identité de la personne biculturelle et décrivons l'enfant en devenir biculturel.

GROSJEAN, F. (1989) (Ed.) *Les sciences du langage à l'Université de Neuchâtel, TRANEL* (Travaux neuchâtelois de linguistique), 15, 1-323.

L'Université de Neuchâtel offre une place privilégiée aux disciplines qui appartiennent aux sciences du langage. Ce numéro spécial des TRANEL comporte cinq parties. La première est consacrée aux unités administratives qui appartiennent, de près ou de loin, aux sciences du langage. Le deuxième présente les vingt-quatre enseignants-chercheurs qui travaillent dans ce domaine. La troisième contient des articles qui reflètent certains travaux de recherche de ces personnes. La quatrième est consacrée aux programmes des études et des examens des unités administratives et la cinquième présente quelques renseignements et conseils aux nouveaux étudiants.

BEST COPY AVAILABLE

GROSJEAN, F. (1989): "Neurolinguists, beware! The bilingual is not two monolinguals in one person", *Brain and Language*, 36, 3-15.

Two views of bilingualism are presented: the monolingual or fractional view which holds that the bilingual is (or should be) two monolinguals in one person, and the bilingual or wholistic view which states that the coexistence of two languages in the bilingual has produced a unique and specific speaker-hearer. These views affect how we compare monolinguals and bilinguals, study language learning and language forgetting and examine the speech modes, monolingual and bilingual, that characterize the bilingual's everyday interactions. The implications of the wholistic view on the neurolinguistics of bilingualism and in particular bilingual aphasia, are discussed.

GROSJEAN, F. (1989): "The bilingual as a person", in: TITONE, R. (Ed.), *On the Bilingual Person*, Ottawa, Canadian Society for Italian Studies.

In this chapter, we discuss the attitudes and feelings bilinguals have toward bilingualism, the inconveniences and the advantages of being bilingual and the differences some see between themselves and monolinguals. We mention some mental activities in bilinguals, such as counting, praying, thinking and dreaming, as well as the interaction of language and emotion, stress and fatigue. We attempt to answer a question often asked by monolinguals: Does the bilingual have two personalities or one? Finally, we discuss some bilinguals who are well known for their contributions to humanity and not for their bilingualism.

GROSJEAN, F. (1990): "The psycholinguistics of language contact and code-switching: Concepts, methodology and data", *Papers for the Workshop on Concepts, Methodology and Data. Network on Code-Switching and Language Contact*, Strasbourg, European Science Foundation.

This paper examines how psycholinguistics deals with the concepts that pertain to language contact and code-switching, the methodology used in experimental research and the data gathered by the psycholinguist. We briefly describe the aims and approaches of current psycholinguistics and then discuss at greater length the three topics that are the object of the workshop. We lean heavily on a research program we began in Boston, United-States and that we are continuing in Neuchâtel, Switzerland. Our approach is not the only one possible within experimental psycholinguistics, but it illustrates to the outside researcher how a psycholinguist goes about studying language contact phenomena.

BEST COPY AVAILABLE

GROSJEAN, F. (1990): "Etre biculturel : une identité qui exclut la naturalisation ?", in: CENTLIVRES, P. (Ed.), *Devenir Suisse : adhésion et diversité culturelle des étrangers en Suisse*, Genève, Georg Editeur.

L'hypothèse proposée ici est que, pour le biculturel, la naturalisation est une manière de renier, au moins symboliquement, une partie de son identité culturelle, identité qui combine et synthétise les aspects et les traits des deux cultures auxquelles il appartient. Façonnée au fil des années, assumée non sans difficultés, elle reflète ce qu'est devenue cette personne au contact de ces cultures. Toute action qui mettrait en danger cet équilibre durement acquis, telle que la demande de naturalisation, est à éviter tant chez les membres de la première que chez ceux de la deuxième génération.

GROSJEAN, F. (1991): "Le laboratoire de traitement du langage et de la parole de l'Université de Neuchâtel", *Bulletin CILA*, 50, 59-66. Egalement dans *SI Information*, 1991, 30, 13-16.

Dans cet article, nous décrivons les différentes activités du laboratoire de traitement du langage et de la parole. Créé en 1987, le laboratoire poursuit deux types de recherche. En premier lieu, il étudie le traitement naturel de la parole et du langage (également appelé psycholinguistique expérimentale), à savoir la perception, la compréhension et la production chez l'être humain. En deuxième lieu, et en collaboration étroite avec certaines entreprises de technologie avancée, il entreprend des travaux dans le domaine du traitement automatique de la parole et du langage (linguistique-informatique), soit la synthèse et la reconnaissance de la parole, l'analyse automatique du langage, la correction de textes et la traduction assistée par ordinateurs.

GROSJEAN, F. (1992): "Another view of bilingualism", in: HARRIS, R. (Ed.), *Cognitive Processing in Bilinguals*, Amsterdam, North-Holland.

A particular view of bilingualism, the monolingual (or fractional) view, is first spelled out, and the negative consequences it has had on various areas of bilingual research are discussed. A bilingual (or wholistic) view is then proposed. According to it, the bilingual is not the sum of two complete or incomplete monolinguals but a unique and specific speaker-hearer. Four areas of research are discussed in this light: comparing monolinguals and bilinguals, language learning and language forgetting, the bilingual child and 'semilingualism', and the bilingual's speech modes. A description of research in mixed language processing concludes the chapter.

GROSJEAN, F. (1992): "The bilingual and the bicultural person in the hearing and in the deaf world", *Sign Language Studies*, 77, 307-320. Version française: "La personne bilingue et biculturelle dans le monde des entendants et des sourds", *Nouvelles pratiques sociales*,

1993, 1, 69-82. Version allemande: "Der Zweisprachige und bikulturale Mensch in der hörenden und in der gehörlosen Welt", *Das Zeichen*, 1993, 24, 183-189.

If we define the bilingual as a person who uses two or more languages (or dialects) in everyday life, then most Deaf people who sign and who use the majority language regularly (in its written form, for example) are bilingual. Deaf bilinguals share many similarities with hearing bilinguals (their diversity, the perception they have of their own bilingualism, their use of various language modes, etc.) but they are also characterized by a number of specificities (the lack of recognition of their bilingual status, the maintenance over time of their languages, the competence they have in certain language skills, their varying patterns of language knowledge and use, etc.). As concerns the bicultural, whom we can define as a person who lives in two or more cultures, who adapts to each and who blends aspects of each, there is little doubt that many Deaf are indeed bilingual. Some of the implications for the bilingual and bicultural education of Deaf children that emerge from these considerations are discussed in the paper.

GROSJEAN, F. (1993): "Le bilinguisme et le biculturalisme : essai de définition", *TRANEL* (Travaux neuchâtelois de linguistique), 19, 13-42.

Cet article comporte deux parties. Dans la première, qui traite du bilinguisme, nous présentons d'abord quelques réflexions sur le sujet (définition du bilinguisme, compétence communicative du bilingue, flux et reflux des langues, etc.). Nous évoquons ensuite les différents modes de communication dans lesquels se trouve le bilingue - le mode monolingue et le mode bilingue - et l'effet qu'exercent ceux-ci sur l'activité langagière du bilingue. Nous traitons enfin de l'enfant bilingue : l'acquisition simultanée ou successive qu'il fait des deux langues, les différents modes de communication qu'il rencontre, les mythes qui entourent les effets du bilinguisme sur son développement cognitif. Dans la deuxième partie, qui traite du biculturalisme, nous évoquons la notion de culture et proposons une définition de la personne biculturelle. Nous abordons ensuite l'identité du biculturel, le devenir biculturel, et enfin, le comportement biculturel.

GROSJEAN, F. (1994): "Individual bilingualism", in: *The Encyclopedia of Language and Linguistics*, Oxford, Pergamon Press.

Few areas of linguistics are surrounded by as many misconceptions as is bilingualism. In this article, we concentrate on the adult and focus on the stable bilingual, that is the person who is no longer in the process of acquiring a second or third language. First, the bilingual person in terms of language knowledge and use is described. Then, the bilingual's linguistic behavior when communicating with monolinguals and with other bilinguals is examined. A number of issues in the psycholinguistics and neurolinguistics of bilingualism are discussed and the article ends with a brief overview of the attitudes, behaviors and personality of the bilingual individual.

GROSJEAN, F. (1994): "Sign bilingualism: Issues", in: *The Encyclopedia of Language and Linguistics*, Oxford, Pergamon Press.

Sign language bilingualism remains a poorly understood topic despite the fact that the great majority of signers, be they deaf, hearing-impaired, or hearing, are indeed bilingual. Their bilingualism is a form of minority language bilingualism in which the members of the linguistic minority, and more rarely, members of the majority, acquire and use in their everyday life both the minority language (sign language) and the majority language (in a signed, spoken, or written form). Sign language bilingualism can also involve the knowledge and use of two or more different sign languages, British and French Sign Languages, for example, but this is a less common type of bilingualism.

GROSJEAN, F. (à paraître): "A psycholinguistic approach to code-switching: The recognition of guest words by bilinguals", in: MILROY, L. & P. MUYSKEN (Eds.), *One Speaker, Two Languages*, Cambridge, Cambridge University Press.

Code-switching has received considerable attention in recent years from linguists and sociolinguists, and it is no surprise, therefore, that researchers in the other fields of linguistics, such as psycholinguistics and neurolinguistics, should show interest in the phenomenon. In this chapter, we briefly review past work in the psycholinguistics of bilingualism and show how the language mode a bilingual is in when communicating (the monolingual mode or the bilingual mode) needs to be taken into account when studying language processing. We then focus on a particular aspect of perception and comprehension in the bilingual language mode: the lexical access of code-switches and borrowings. We describe a number of studies aimed at getting a better understanding of this process and end with a model of guest word recognition.

GROSJEAN, F. (à paraître): "Living with two languages and two cultures", in: PARASNIS, I. (Ed.), *Cultural and Language Diversity: Reflections on the Deaf Experience*, Cambridge, Cambridge University Press.

This chapter contains three parts. In the first, we describe the bilingual person and address such issues as bilingual language behavior, the psycholinguistics and neurolinguistics of bilingualism, as well as the psychology of the bilingual individual. In the second part, we introduce the bicultural person and discuss topics such as bicultural identity and bicultural behavior. Finally, in the last part, we describe the Deaf bilingual and bicultural.

GROSJEAN, F., J-Y. DOMMERGUES, E. CORNU, D. GUILLELMON & C. BESSON (à paraître): "The gender marking effect in spoken word recognition", *Perception and Psychophysics*.

This paper examines whether the recognition of a spoken noun is affected by the gender marking - masculine or feminine - that is carried by a preceding word. In the first of two experiments, the gating paradigm was used to study the access of nouns in French that were either preceded by an appropriate gender marking, carried by an article, or by no gender marking. In the second experiment, subjects were asked to make a lexical decision on the same material. A very strong facilitatory effect was found in both cases. The origin of the gender marking effect is discussed as is the level of processing involved - lexical or syntactic.

GROSJEAN, F. & J. GEE (1987): "Prosodic structure and spoken word recognition", *Cognition*, 25, 135-155.

The aim of this paper is to call attention to the role played by prosodic structure in continuous word recognition. First, we argue that the written language notion of the word has had too much impact on models of spoken word recognition. Next, we discuss various characteristics of prosodic structure that bear on processing issues. We then present a view of continuous word recognition which takes into account the alternating pattern of weak and strong syllables in the speech stream. A lexical search is conducted with the stressed syllables while the weak syllables are identified through a pattern-recognition-like analysis and the use of phonotactic and morphonemic rules. We end by discussing the content word vs. function word access controversy in the light of our view.

GROSJEAN, F. & J. MILLER (à paraître): "Going in and out of languages: An example of bilingual flexibility", *Psychological Science*.

When bilinguals speak to one another, they choose a base language to interact in and then, depending on the need, code-switch to the other (guest) language for a word, a phrase or a sentence. During the perception of code-switches, there is a momentary dominance of base language units at the onset of the switch but it is unknown whether this base language effect is also present in production, that is, whether the phonetics of the base language carry over into the guest language. To test this, French-English bilinguals retold stories and read sentences monolingually in English and in French, and then bilingually in French with English code-switches. Both the stories and the sentences contained critical words that began with unvoiced stop consonants, whose voice onset times (VOT) were measured. The results showed that the base language had no impact on the production of code-switches. The shift from one language to the other was total and immediate. This manifestation of cross-linguistic flexibility is accounted for in terms of a bilingual production model.

201

BEST COPY AVAILABLE

GROSJEAN, F. & B. PY (1991): "La restructuration d'une première langue : l'intégration de variantes de contact dans la compétence de migrants bilingues", *La Linguistique*, 27, 35-60.

L'objet de cette étude est d'explorer la restructuration de la compétence d'une première langue dans une situation de bilinguisme prolongé. Nous montrons que même une compétence restée stable jusqu'à l'âge adulte peut être restructurée, et ce de manière importante, au contact d'une deuxième langue. Notre recherche porte sur des migrants espagnols de Neuchâtel à qui nous avons demandé d'attester la présence et d'évaluer l'acceptabilité de certaines variantes espagnoles issues du contact entre l'espagnol, première langue, et le français, deuxième langue. Les résultats montrent que certaines variantes sont en voie d'intégration dans la compétence linguistique des migrants. Nous expliquons ces résultats en postulant que le degré d'intégration d'une variante de contact dépend de la position plus ou moins centrale du trait dans chacun des deux systèmes linguistiques en présence.

KLOSE, K., J. BUTTET SOVILLA, F. GROSJEAN & G. ASSAL (1992): "Perception catégorielle et aphasie - données préliminaires à propos d'un nouveau test", *APHASIE und verwandte Gebiete*, 2, 44-61.

Après une définition et une présentation du phénomène de la perception catégorielle, les résultats préliminaires à un test construit à partir d'un continuum "camp-gant" et présenté à des sujets cérébro-lésés sont décrits. Les douze patients aphasiques testés présentent une frontière catégorielle nette, analogue à celle des sujets avec lésion droite et des sujets-contrôle. Ce n'est donc pas l'aphasie en tant que telle qui cause des troubles de la perception catégorielle des phonèmes. Par contre, les sujets aphasiques se distinguent significativement des autres sujets au niveau de la perception des extrémités du continuum.

KÜBLER, N. (1992): "Verbes de transfert en français et en anglais", *Linguisticae Investigationes*, 1992, 16(1), 61-97.

L'objet de cette étude réside dans la description et la comparaison des verbes exprimant le transfert d'un objet entre deux personnes en français et en anglais. Nous commençons par définir la notion de transfert en l'illustrant avec les verbes du français et en essayant de délimiter le type de verbes que nous examinons. Après une description des verbes anglais, nous poursuivons par la comparaison des deux langues pour terminer sur les applications possibles d'un tel travail.

MATTHEY, A. & F. GROSJEAN (1992): "L'apport potentiel de l'intelligence artificielle et du traitement automatique du langage naturel à une nouvelle version d'Hector", *TRANEL* (Travaux Neuchâtelois de Linguistique), 18, 51-66.

Le laboratoire de traitement du langage et de la parole de l'Université de Neuchâtel a entrepris une étude sur l'apport potentiel de l'intelligence artificielle et du traitement automatique du langage naturel à une nouvelle version de la téléthèse de communication, Hector. Le présent article, qui est le fruit de ce travail, comporte les parties suivantes : 1. Les possibilités d'Hector - ses forces et ses faiblesses ; 2. L'intelligence artificielle et le traitement automatique du langage naturel ; 3. Vers une nouvelle version d'Hector.

MONNIN, P. & F. GROSJEAN (1993): "Les structures de performance en français : caractérisation et prédiction", *L'Année Psychologique*, 9, 9-30.

Il est possible, grâce à diverses tâches expérimentales, d'obtenir la structure de performance d'une phrase. Celle-ci est caractérisée par un certain nombre de propriétés fondamentales et peut être prédite à l'aide d'algorithmes divers. Jusqu'à présent les recherches ont porté principalement sur l'anglais et nous nous tournons donc dans cette étude vers les structures de performance du français. Dans la première partie nous caractérisons les structures obtenues à l'aide d'une tâche de lecture orale, et dans la seconde partie nous prédisons ces structures au moyen d'algorithmes déjà existants (mais légèrement modifiés) et d'un nouvel algorithme que nous avons développé spécifiquement pour le français.

TSCHICHOLD, C., F. BODMER, E. CORNU, F. GROSJEAN, L. GROSJEAN, N. KÜBLER & C. TSCHUMI (1994): "Detecting and correcting errors in second language texts", *Computer Assisted Language Learning*, 7(2), 151-160.

A second language writing tool developed for French native speakers who have to write in English is described. It contains a number of help options (dictionaries, on-line grammar, etc.) as well as a grammar checker designed to track down the specific errors made by French speakers at the morphological and syntactic levels. The error detection and correction mechanism is based on finite state automata. Three types of automata are used: data extraction automata, filter automata and detection automata. The checker also contains a word class disambiguator based on neural networks and a stochastic noun phrase parser which identifies simple NPs. In order to help the checker identify the errors and propose an appropriate correction, a special set of automata trigger user interaction. The prototype runs under Windows.

V. Mémoires et thèses

Nous présentons ci-dessous les mémoires et les thèses préparés, en partie ou en totalité, dans le cadre du laboratoire.

1. Mémoires terminés

Carole Besson
L'effet de l'enchaînement sur la reconnaissance des mots dans la parole continue.

Franck Bodmer
Système interactif de démonstration d'analyse du langage naturel.

Franck Bodmer
DELENE : un désambiguïsateur lexical neuronal pour micro-ordinateur.[1]

Christine Cattin
Informatique et orthophonie.

Dominique Dubray et Véronique Kramer
La méthode verbo-tonale appliquée à un groupe d'enfants sourds : étude expérimentale.

Murielle Gigandet
L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives.

Delphine Guillelmon
Le traitement du langage chez le bilingue.

Kathrin Handschin
L'influence de la langue de base dans la perception des alternances codiques : le cas de la consonne initiale du mot.

Cendrine Hirt
Prédiction et perception de la prosodie : deux études expérimentales réalisées avec des sujets normaux et cérébro-lésés.

Karin Klose
Perception catégorielle : sujets avec lésions cérébrales.

Florence Lambert-Dutoit
Perception catégorielle et troubles du langage écrit.

Markus Leuenberger
L'accès au lexique de code-switchs chez le bilingue : effets de la densité et du contexte.

Catherine Liechti
L'aide à la rédaction en langue seconde : évaluation d'un premier logiciel (Bilingual PC Proof).

---

[1] Mémoire préparé dans le cadre d'un cours postgrade en informatique à l'EPFL mais dirigé par F. Grosjean.

Pascal Monnin
Etude sur la caractérisation et la prédiction des structures de performance en français.
Eliane Morel
La perception de la liaison chez l'enfant : études expérimentales.
Adrienne Müller et Anne-Claude Prélaz
Speech Viewer I : son utilisation en Suisse Romande
Sonia Weil
Choix de langue et alternance codique chez le bilingue en situations de communications diverses : une étude expérimentale.
Cornelia Tschichold
The evaluation of computer-assisted writing tools for non-native speakers of English.

2. Thèses en préparation

Etienne Cornu
Correction automatique des erreurs morphologiques et syntaxiques produites à l'écrit en langue seconde.
Delphine Guillelmon
L'accès au lexique chez le monolingue et le bilingue : l'effet du genre.
Pascal Monnin
L'évaluation de la compréhension orale chez les sujets aphasiques.
Corinne Tschumi
L'anglais écrit des francophones : détection et correction automatique d'erreurs grammaticales.

3. Mémoires en préparation

Véronique Bagnoud
La production et la perception des élisions en français.
Isabelle Choffat
Le rôle de l'affect dans l'accès au lexique.
Nathalie Favre
Le traitement des interférences chez les monolingues et les bilingues.
Eliane Girard
Les variantes de contact dans la compétence des enfants de migrants espagnols.
Véronique Kaufmann
Analyse critique des tests de perception utilisés en orthophonie.

Nicolas Lévy
Implémentation sur ordinateur d'un modèle d'accès au lexique bilingue.
Juri Mengon
L'aide à la génération d'énoncés dans les téléthèses de communication.
Sylvie Richard
Perception et production des mots composés en français.
Carine Vuilleumier et Anne von Kaenel
Le Langage Parlé Complété (LPC) : description et analyse.

VI. Mandats de recherche

Une des tâches confiées au laboratoire lors de sa création était de se mettre à la disposition de groupes extérieurs à l'université (centres de recherche, entreprises, etc.) afin de collaborer à des projets communs. Cette activité est résumée ci-dessous.

Intitulé :	Evaluation du synthétiseur de parole Synthé 3.
Mandant :	Electrel SA, Caen, France.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean.
Réalisation :	Document : "Evaluation du synthétiseur Synthé 3".
Intitulé :	Evaluation de l'intelligibilité de la voix de synthèse Infovox.
Mandant :	Infovox AB, Solna, Suède.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean.
Réalisation :	Document : "Le SA201/PC d'Infovox".
Intitulé :	Construction d'un continuum acoustique.
Mandant :	Division de neuropsychologie, CHUV, Lausanne.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean, J.-Y. Dommergues.
Réalisation :	Continuum acoustique et document : "Fiche descriptive du continuum acoustique "camp-gant" obtenu par hybridation".
Intitulé :	Méthodologie d'évaluation de produits issus des industries de la langue.
Mandant :	IBM, Lidingö, Suède.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean.
Réalisation :	Document : "Evaluating natural language processing products".
Intitulé :	Comparaison des synthétiseurs de parole d'Electrel et d'Infovox.
Mandant :	Fondation suisse pour les téléthèses, Neuchâtel.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean.
Réalisation :	Document : "Evaluation de deux synthétiseurs de parole du français : comparaison de SA201/PC d'Infovox et de Synthé 3 d'Electrel".
Intitulé :	Enquête sur les industries de la langue dans le Canton de Neuchâtel.
Mandant :	Département de l'économie publique, Neuchâtel.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean.
Réalisation :	Brochure : "Language and Speech Technology in Neuchâtel, Switzerland".
Intitulé :	Evaluation du reconnaisseur de parole RDP8-A.
Mandant :	Fondation suisse pour les téléthèses, Neuchâtel; Systèmes G, Lannion, France.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean, J-Y Dommergues.
Réalisation :	Document : "Evaluation du système de reconnaissance de parole RDP8-A de Systèmes G".

Intitulé : Etude destinée à permettre une entrée phonétique lors de l'utilisation de la téléthèse de communication "Hector".
Mandant : Fondation suisse pour les téléthèses, Neuchâtel.
Collaborateur(s) : F. Grosjean.
Réalisation : Programme et document : "L'entrée phonétique avec Hector II : conseils pour les utilisateurs".

Intitulé : Typologie des erreurs produites par les francophones qui rédigent en anglais.
Mandant : ALP Systems, Cortaillod.
Collaborateur(s) : N. Kübler, L. Grosjean, J.-Y. Dommergues, S. Gough.
Réalisation : Document : "When French native speakers write English : The errors they make".

Intitulé : Elaboration de bases de données pour deux logiciels d'aide à la rédaction en langue seconde.
Mandant : ALP Systems, Cortaillod.
Collaborateur(s) : N. Kübler, L. Grosjean, J.-Y. Dommergues, S. Gough.
Réalisation : Bases de données d'interférences de l'allemand en anglais et du français en anglais.

Intitulé : Développement d'un interface pour la conversion de fichiers entre Wordcraft et UBSProof.
Mandant : ALP Systems, Cortaillod.
Collaborateur(s) : A. Matthey.
Réalisation : Programme de conversion en langage C.

Intitulé : Evaluation du logiciel UBSProof.
Mandant : ALP Systems, Cortaillod.
Collaborateur(s) : F. Grosjean.
Réalisation : Document : "The evaluation of UBSProof".

Intitulé : Evaluation de divers logiciels.
Mandant : Marc Tech SA, Neuchâtel.
Collaborateur(s) : A. Matthey.
Réalisation : Rapports d'évaluation.

Intitulé : Elaboration d'une méthodologie d'évaluation des aides à la rédaction.
Mandant : Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) : F. Grosjean.
Réalisation : Document : "The evaluation of writing tools."

Intitulé : Evaluation de plusieurs logiciels d'aide à la rédaction de l'anglais (bêta versions).
Mandant : Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) : F. Grosjean.
Réalisation : Rapports d'évaluation.

Intitulé :	Etude des modifications à apporter à la téléthèse de communication "Hector".
Mandant :	Fondation suisse pour les téléthèses, Neuchâtel.
Collaborateur(s) :	A. Matthey, F. Grosjean.
Réalisation :	Document : "L'apport potentiel de l'intelligence artificielle et du traitement automatique du langage naturel à une nouvelle version d'Hector".
Intitulé :	Travaux préparatoires en vue de l'intégration du dictionnaire électronique DELAS sur le système de gestion de base de données Oracle.
Mandant :	Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) :	A. Matthey.
Réalisation :	Programmes écrits en Prolog.
Intitulé :	Comparaison de cinq aides à la rédaction commercialisées.
Mandant :	Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean, J.- Y. Dommergues.
Réalisation :	Document : "A synopsis of the linguistic coverage of five writing tools."
Intitulé :	Réalisation et évaluation d'un générateur multi-média du français (en collaboration avec l'ICP de l'Université de Grenoble et l'Institut de phonétique de l'Université de Bruxelles).
Mandant :	ACCT (Agence de coopération culturelle et scientifique, Paris).
Collaborateur(s) :	P. Monnin, F. Grosjean.
Réalisation :	Document : "Comment mesurer les structures prosodiques du français ?"
Intitulé :	Propositions concernant les produits "Bilingual Proof" et "French MacProof".
Mandant :	Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean, L. Grosjean, N. Kübler, J. -Y. Dommergues.
Réalisation :	Documents : "Bilingual Proof : What it should contain" et "What a French MacProof could look like".
Intitulé :	Elaboration de bases de données pour les produits "Bilingual PCProof French-English" et "Bilingual PCProof German-English".
Mandant :	Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) :	J. -Y. Dommergues, N. Kübler, S. Gough, L. Grosjean, F. Grosjean.
Réalisation :	Dix-sept bases de données linguistiques.
Intitulé :	Evaluation de deux systèmes d'interrogation de bases de données en langue naturelle.
Mandant :	IBM, Lidingö, Suède.
Collaborateur(s) :	F. Grosjean, A. Matthey.
Réalisation :	Trois documents : "The evaluation of natural language query systems", "Evaluation check lists for Natural Language" et "Evaluation check lists for Intellect".

Intitulé : Recherches bibliographiques.
Mandant : Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) : N. Kübler, L. Grosjean.
Réalisation : Rapport : "Bibliography for the usage and style section of a French writing tool" et fiches détaillées du contenu de quarante ouvrages.

Intitulé : Enquête sur le thème "Langage et technologie" pour l'exposition Heureka 1991.
Mandant : Zürcher Forum, Zurich.
Collaborateur(s) : F. Grosjean.
Réalisation : Rapport : "Le thème d'exposition 'Langage et technologie'".

Intitulé : Elaboration d'automates pour la détection et la correction automatique d'erreurs en français.
Mandant : Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) : L. Grosjean, N. Kübler.
Réalisation : Série d'automates.

Intitulé : Traductions techniques.
Mandant : Lexpertise Linguistic Software, Vaumarcus.
Collaborateur(s) : N. Kübler, L. Grosjean.
Réalisation : Traduction des messages d'aides et d'erreurs de l'outil "Bilingual Proof".

Intitulé : Evaluation du reconnaisseur de parole d'IBM "Speech Client".
Mandant : L'Hebdo.
Collaborateur(s) : F. Grosjean, C. Besson.
Réalisation : Rapport : "Le reconnaisseur de parole Speech Client".